

## CHAMOA – PSIDA

CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art - Programme de calcul des ouvrages de type PSIDA



Page laissée blanche intentionnellement

# CHAMOA – PSIDA

CHaîne Algorithmique Modulaire

— — — — —  
Ouvrages d'Art – Programme de calcul des  
ouvrages de type PSIDA

La CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art (ChamoA) a été développée sous le pilotage de la DTecITM par :

Gaël Bondonet (Sétra/CTOA)  
Julien Cabut (DREIF/DOAT)  
Eric Chasco (Cété du Sud-Ouest/DOA)  
Renaud Léglise (Cété Nord Picardie/DOA)  
Angel-Luis Millan (Sétra/CTOA)  
Pierre Paillusseau (Cété du Sud-Ouest/DOA)  
Claude Favrel (Cété de l'Est/DOA)

Et validé avec l'appui de :

Jean-Bernard Humeau (Cété de Nantes/DOA)  
Benoît Poulin (Cété de Nantes/DOA)  
Pierre Perrin (Sétra/CTOA)

L'application est désignée sous le sigle "CHAMOA" pour Chaîne Algorithmique Modulaire de calcul des Ouvrages d'Art. Ce nom et ce sigle ont été déposés à l'Institut National de la Propriété Industrielle dans les classes suivantes :

9 : logiciels (programmes enregistrés)  
42 : programmation pour ordinateur.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle de cette documentation et/ou du logiciel, faite sans le consentement du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40).

# Sommaire

Avant-propos .....	6
<b>Chapitre 1 – Conception générale des ouvrages de type PSIDA .....</b>	<b>7</b>
<b>Chapitre 2 – Méthode de calcul en application des Eurocodes des ouvrages de type PSIDA .....</b>	<b>9</b>
1 - Présentation du programme .....	9
2 - Actions prises en compte .....	9
3 - Calculs de structure et Modélisation .....	10
4 - Optimisations .....	16
5 - Principes de justifications .....	16
<b>Chapitre 3 – Description des données nécessaires au calcul d’un ouvrage de type PSIDA par la chaîne CHAMOA .....</b>	<b>21</b>
6 - Description des données .....	21
7 - Données administratives .....	23
8 - Géométrie de l’ouvrage .....	23
9 - Charges permanentes .....	28
10 - Actions variables hors trafic .....	31
11 - Charges d’exploitation .....	32
12 - Matériaux et critères réglementaires .....	36
<b>Chapitre 4 – Note de calculs commentée .....</b>	<b>39</b>
13 - Description de l’exemple d’application d’un ouvrage de type PSIDA .....	39
14 - Introduction à la note de calculs commentée .....	45
15 - Fichiers de données bruts .....	46
16 - Note de calculs commentée .....	48
17 - Fichiers intermédiaires de calcul des efforts .....	75
<b>Annexes .....</b>	<b>96</b>
18 - Annexes génériques .....	96

## Avant-propos

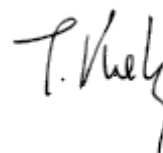
La CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art (Chamoa) est destinée à justifier les ouvrages courants conformément aux règles Eurocodes. Ce projet s'inscrit dans la continuité des programmes de ponts types du Sétra qui ont permis de justifier plusieurs milliers d'ouvrages courants depuis les premiers programmes des années 1970.

Compte tenu des fortes modifications apportées par les normes européennes, cette chaîne est entièrement nouvelle.

Cette première version constitue un prototype. A ce titre elle se limite aux ouvrages les plus courants que sont les ponts cadres et portiques de type PICF et PIPO et les ponts dalles de hauteur constante de type PSIDA et PSIDP.

Elle permet de calculer les ouvrages et d'en dimensionner les éléments résistants principaux (ferraillage, précontrainte, optimisation de la géométrie des éléments de structure). Elle fournit les justifications détaillées conformes aux règles de l'Eurocode de toutes les parties de l'ouvrage. Elle ne permet pas, dans cette première version, de proposer des principes détaillés de ferraillage, ce qui fera l'objet de développements ultérieurs, notamment de dessin.

Thierry Kretz



Chef du Centre  
des Techniques d'ouvrages d'art  
du Sétra

# Chapitre 1 – Conception générale des ouvrages de type PSDIA

La conception des ponts types a fait l'objet de nombreuses publications du Sétra depuis la fin des années 1970.

Les versions les plus récentes des guides ont été publiées dans les années 1980, après la parution des règlements aux États Limites (BAEL et BPEL).

Les guides de conception traitent :

- d'une présentation générale (morphologie de la structure, domaine d'emploi) en situant la structure parmi la panoplie des ouvrages courants
- de conception générale, permettant de fixer les options principales de l'ouvrage (implantation, géométrie générale, disposition des appuis, des murs et de leurs fondations, variantes constructives, esthétique).
- de conception détaillée, permettant de fixer les dimensions de détail des différentes parties d'ouvrage, de préciser les options de ferrailage ou de câblage, de faire les choix pour les équipements et superstructures,
- un chapitre sur l'exécution et sur la pathologie de la structure, complète le guide.

Les guides de calcul sont assortis au programme de pont type. La dernière version est le guide associé au programme PSDIA-EL.

Il est encore trop tôt pour connaître l'impact des Eurocodes sur le dimensionnement général des ouvrages. Les règles de prédimensionnement contenues dans les guides de conception peuvent être considérées comme valables.

Pour les ouvrages de type PSDIA les documents suivants pourront être utilisés :

- [1] Ponts dalles - Guide de conception (SETRA - 1989 - F. 8926)
- [2] Dossier pilote Piles et Palées (PP73). (SETRA - 1974)





# Chapitre 2 – Méthode de calcul en application des Eurocodes des ouvrages de type PSDIA

## 1 - Présentation du programme

Le Programme permet le calcul des ponts routes et passerelles aux **Eurocodes de type ponts dalles en béton armé**.

Les ouvrages sont supposés à une seule chaussée (sans terre-plein central) et calculés pour un biais entre 70 et 100 grades.

Les phases d'exploitation possibles sont :

- Phase définitive (toujours définie), c'est la phase où l'ouvrage est en service avec son profil en travers final.
- Phase provisoire (optionnelle), c'est la phase où l'ouvrage peut avoir un profil en travers spécifique et où circulent des charges spécifiques (généralement phase chantier où la structure de l'ouvrage est terminée avec circulation de dumpers sur une chaussée réduite).

Le programme calcule les efforts en flexion longitudinale et transversale en travée. Il justifie l'ouvrage en flexion et à l'effort tranchant. Il calcule automatiquement les quantités d'aciers passifs.

Les épaisseurs peuvent être vérifiées ou dimensionnées par le programme.

Les options ou restrictions suivantes peuvent être rencontrées :

- la dalle peut avoir ou non des encorbellements
- le poinçonnement des appareils d'appuis n'est pas traité

## 2 - Actions prises en compte

### 2.1 - Actions permanentes

#### 2.1.1 - Actions communes

Les charges prises en compte sont :

- le poids propre

- les charges de superstructures (chaussée, étanchéité, trottoir, réseau, bande de chargement, dalles de transition le cas échéant)
- les charges permanentes variables:
  - *Température (dilatation et gradient) : en flexion longitudinale seulement (faute de méthode).*
  - *Retrait Fluage.*

### 2.1.2 - Tassements d'appuis

- Pour les Ponts dalles et les Portiques, il faut tenir compte d'une autre action permanente variable, les tassement d'appuis

Les tassements d'appuis sont décrits par deux types de tassement par ligne d'appui. EN1990 Annexe A2 §A2.2.1 (17)

- les tassements probables  $T_{pj}$  de chaque ligne d'appui  $j$
- les tassements aléatoires  $\pm T_{aj}$  de chaque ligne d'appui  $j$

Pour prendre en compte le tassement, il faut prendre en compte :

- le tassement probable  $T_{pj}$ , simultanément de toutes les lignes d'appuis  $j$
- toutes les combinaisons simultanées de tassements aléatoires  $\pm T_{aj}$  pour 2 lignes d'appuis  $j$

Ainsi si on a  $n$  appuis, on considère 2 lignes d'appuis distinctes  $i$  et  $j=i+1$ . On prend l'enveloppe de l'effet des tassements de ces 2 appuis ( $\pm T_{ai} ; \pm T_{aj}$ ) et on balaie l'ensemble des appuis  $i=1$  à  $n-1$  pour avoir l'enveloppe des tassements aléatoires. En effet on peut se contenter d'étudier 2 appuis successifs car ils donnent les effets les plus défavorables.

## 2.2 - Charges d'exploitation mobiles

Les charges prises en compte sont celles des Eurocodes et du fascicule 61, titre II. Les charges exceptionnelles D et E de l'Annexe Nationale de l'Eurocode 1991-2 (circulaire 20 juillet 83 sur les transports exceptionnels) peuvent être prises en compte ou peuvent être directement définies par l'utilisateur.

# 3 - Calculs de structure et Modélisation

## 3.1 - Modélisation des dalles

Le pont dalle est modélisé selon ses portées biaisées avec les caractéristiques de la section droite du tablier, c'est-à-dire normalement à l'axe de circulation de l'ouvrage. Les abouts sont modélisés.

Les appuis sont simples et ponctuels.

La section droite du tablier peut être rectangulaire, avec chanfreins symétriques, avec encorbellements symétriques ou dissymétriques.

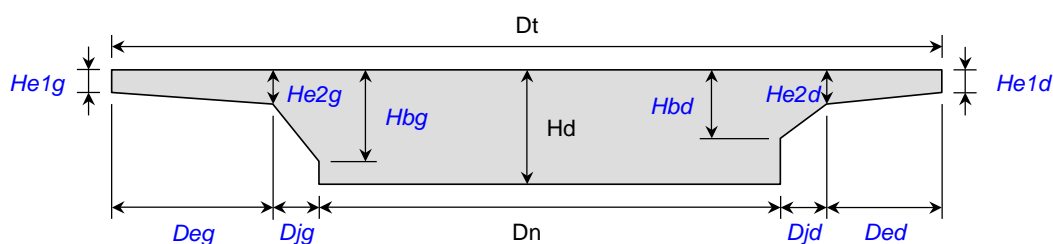


Figure 1 – Description d'une dalle

Pour le PSIDA, la coupe transversale du tablier est constante et peut comporter des encorbellements modérés, qui doivent respecter à droite et à gauche :

- $(Deg+Djg)/Dt \leq 1/6$  et  $(Ded+Djd)/Dt \leq 1/6$
- $Deg+Dgj \leq 2.00$  m et  $Ded+Dgd \leq 2.00$  m

Pour le PSIDP, on peut accepter des encorbellements plus importants que pour le PSIDA. Les encorbellements doivent respecter à droite et à gauche :

- $(Deg+Djg)/Dt \leq 1/4$  et  $(Ded+Djd)/Dt \leq 1/4$

## 3.2 - Diffusion des charges mobiles

Sur le tablier, les charges mobiles de type camion (non répartie) sont diffusées à travers la chaussée et le remblai et la demi épaisseur du tablier en flexion longitudinale (calcul des coefficients de répartition transversale dans les 2 directions, et uniquement dans la direction longitudinale dans l'analyse structurale ST1) et dans les 2 directions en flexion transversale. Il n'y a pas de limitation de la largeur de diffusion en fonction de la largeur de l'ouvrage.

## 3.3 - Modélisation des dalles de transition

Les dalles de transition peuvent être prises en compte, les charges d'exploitation appliquées sur l'ouvrage sont alors appliquées aux dalles de transition, celles-ci sont donc dimensionnées en conséquence et le ferrailage peut être plus important que le ferrailage type des anciens dossiers pilotes qui correspondait à un dimensionnement sous charge civiles A et B. Puisque les dalles de transition sont dimensionnées en fonction du niveau de charges, il n'y a pas lieu dans ce cas de faire un calcul avec une dalle de transition fissurée, comme c'est le cas habituellement pour les culées de ponts.

La dalle de transition prend comme référence la chaussée du profil en travers définitif pour définir la largeur de dalle. Les calculs des coefficients de répartition transversale Guyon et les moments transversaux sont fait en tenant compte de la diffusion des charges à travers la chaussée, la couche de forme et la demi épaisseur de la dalle de transition. Pour le calcul ST1 de flexion longitudinale, la diffusion à travers la chaussée seule est prise en compte comme sur l'ensemble du tablier.

## 3.4 - Modélisation des ouvrages avec encorbellements

Pour les traverses des PIPO, PICF, POD, et la plupart des PSIDA, les sections droites des ouvrages sont quasi rectangulaires et chaque travée peut être modélisée sous forme d'une dalle unique isotrope de largeur égale à la largeur totale et de même inertie de flexion globale. Le modèle « Guyon » sera donc constitué d'une dalle isotrope ( $\alpha = 1$ ), avec :

$$\rho_P = \frac{EI}{1-\nu^2} \quad I = \frac{I_{total}}{2b_d}$$

Dans ce cas, la modélisation du dossier **PSIDPEL** consiste à raisonner sur une dalle rectangulaire « équivalente » de même inertie totale et de même épaisseur. Toutefois, aucun détail n'est donné sur le comportement du programme lorsque la dalle équivalente est de largeur très inférieure à la largeur réelle.

En flexion longitudinale, les dalles sont modélisées par des dalles rectangulaires de même largeur et d'inertie équivalente, donc y compris les encorbellements.

Modélisation flexion longitudinale

Modélisation en flexion transversale

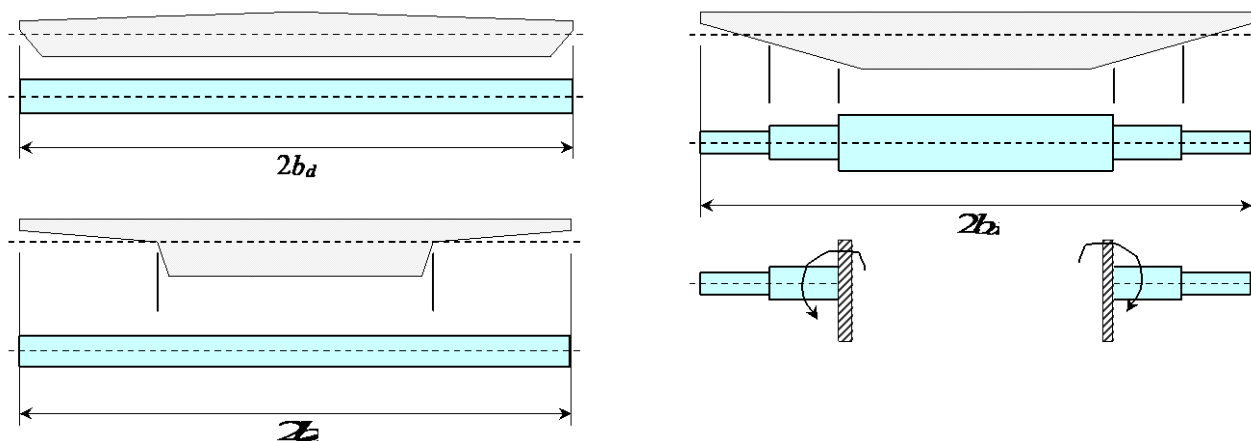
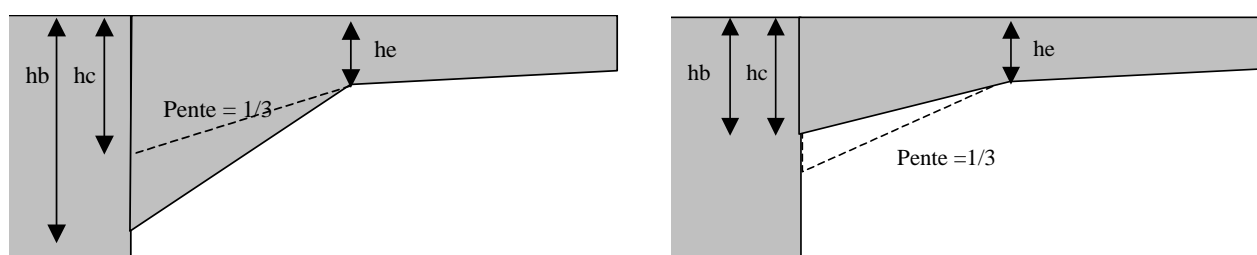


Figure 2 – Modélisation des dalles

En flexion transversale, le composant détermine s'il y a lieu de considérer ou non un encorbellement en fonction de sa géométrie pour les PSIDA et les PSIDP. Lorsque l'encorbellement est suffisamment grand, l'encorbellement est modélisé en un ou plusieurs tronçons, un calcul de flexion transversale est réalisé en supposant que l'encorbellement est encastrement et les efforts sont fournis à l'encastrement.

Pour les justifications, il suffit d'appliquer les règles du guide du PSIDP et tenir compte de la hauteur d'encastrement efficace  $h_c$  selon la géométrie de l'encorbellement (voir Figure 3), c'est-à-dire que l'on limite la hauteur  $h$  au niveau du bandeau en diffusant avec une pente de 1 en vertical et 3 en horizontal à partir de la hauteur  $h_e$  au niveau du changement d'angle :

Figure 3 – Hauteur d'encastrement  $h_c$  de l'encorbellement prise en compte pour la justification par rapport à la hauteur réelle  $h_b$  du bandeau

## 3.5 - Calcul des efforts dans les directions de ferrailage pour les ouvrages en BA (flexion simple) (Annexe 12A du BPEL)

### 3.5.1 - Efforts dans les directions de calculs

Le **calcul de la flexion longitudinale** est fait selon la flexion longitudinale biaise géométrique (et non mécanique), avec ST1. Aucune autre correction n'est appliquée du fait du biais réel.

Comme dans les ponts types actuels, pour une position d'étude longitudinale fixée, est calculé l'effet le plus défavorable de la répartition transversale pour chaque point d'étude transversal et pour la charge considérée. Le cumul de l'effet maximum des différentes charges est ensuite effectué permettant de calculer le ferrailage nécessaire correspondant.

Le **calcul de flexion transversale** est fait selon l'annexe 12 du BPEL de la manière simplifiée suivante : le calcul des moments dans les directions des aciers est effectué à partir des moments principaux  $M_X$  et  $M_Y$  équivalents obtenus directement et définis comme suit :

- $M_X$  est le moment de flexion longitudinale selon la direction biaise géométrique (c'est celui calculé pour la flexion longitudinale avec ST1) .
- $M_Y$  est le moment de Guyon Massonnet défini pour la dalle mécanique équivalente.

Pour le dimensionnement, ce principe est conservé. Le moment  $M_X$  maximal et le moment  $M_Y$  maximal sont évalués (la position des charges est généralement différente pour l'obtention des 2 maximums), charge par charge, c'est-à-dire LM1, LM2, etc. séparément. Les efforts  $M_X$  et  $M_Y$  sont le résultat des enveloppes pondérées et combinées des charges permanentes et des charges d'exploitation. Les moments dans la direction des aciers 1 et 2 sont calculés à partir de ces efforts pondérés.

### 3.5.2 - Application de l'annexe 12 du BPEL

Les justifications des sections en calcul Béton Armé sont conduites après application des formules de l'annexe 12A du BPEL et dossier pilote CED 66 au § 4.2 de la pièce 1.8 qui permettent le calcul des moments avant fissuration  $M_1, M_2, M_t$  et après fissuration  $M_1, M_2, M_b$ .

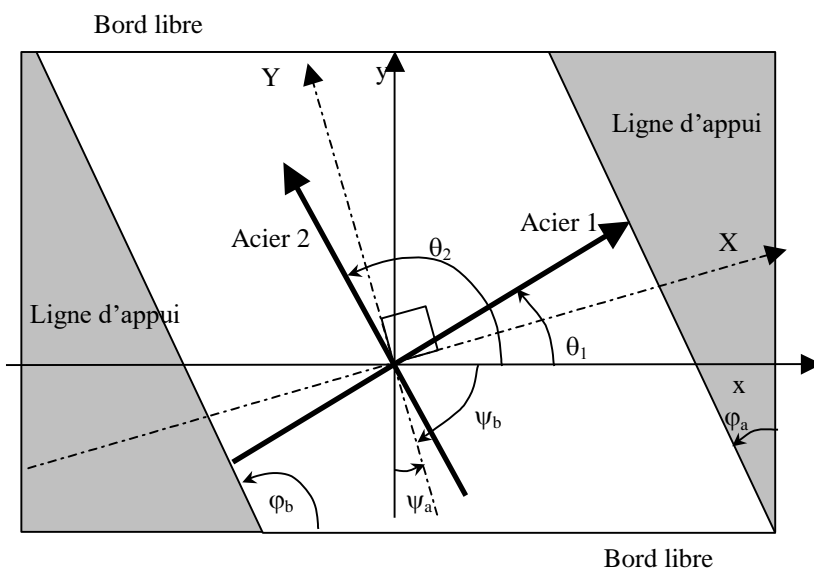


Figure 4 – Représentation conventionnelle avec angles positifs

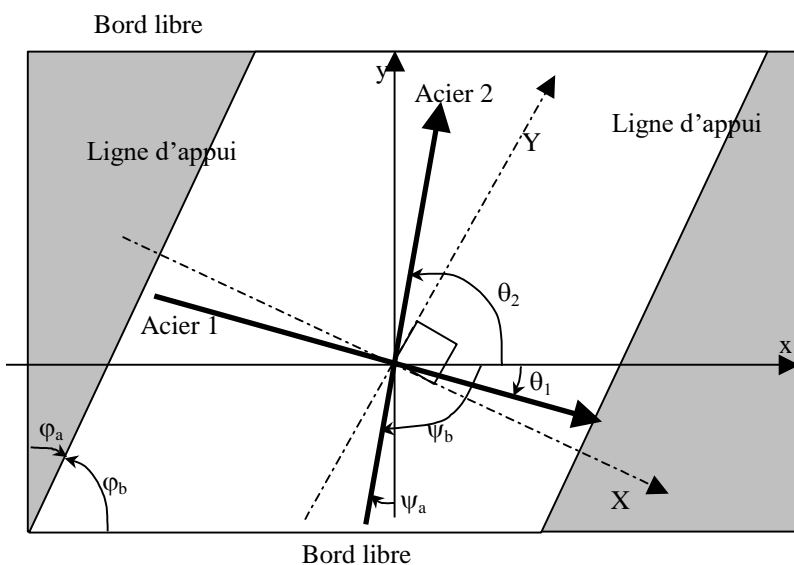


Figure 5 – Application aux cas de Chamoia

- Soit  $\varphi_a$  le biais géométrique de l'axe de la dalle par rapport au bord libre.
- Soit  $\varphi_b$  le biais géométrique des piédroits par rapport au bord libre. (c'est l'angle  $\varphi$  présenté précédemment)
- Soit  $\psi_a$  le biais mécanique des directions principales par rapport à la normale au bord libre
- Soit  $\psi_b$  le biais mécanique des directions principales par rapport au bord libre

En général :

Les aciers longitudinaux sont placés soit selon la direction biaisée Ox ( $\theta_1=0$ ), soit selon la direction normale aux lignes d'appui ( $\theta_1=\varphi_a$ ).

Les aciers transversaux sont placés soit selon la direction parallèle aux lignes d'appui ( $\theta_2=\pi/2+\varphi_a$ ), soit selon la normale au bord libre ( $\theta_2=\pi/2$ ).

On peut déterminer à partir du torseur d'efforts ( $M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$ ) en un point, le torseur dans les directions principales ( $M_X, M_Y, \psi_b$ ).

$$M_X = \frac{M_{xx} + M_{yy}}{2} + \sqrt{\left(\frac{M_{xx} - M_{yy}}{2}\right)^2 + M_{xy}^2} \quad M_{xx} = M_X \cos^2 \psi_b + M_Y \sin^2 \psi_b$$

$$M_Y = \frac{M_{xx} + M_{yy}}{2} - \sqrt{\left(\frac{M_{xx} - M_{yy}}{2}\right)^2 + M_{xy}^2} \quad M_{yy} = M_X \sin^2 \psi_b + M_Y \cos^2 \psi_b$$

$$tg(2\psi_b) = \frac{2M_{xy}}{M_{xx} - M_{yy}} \quad M_{xy} = (M_X - M_Y) \sin \psi_b \cos \psi_b$$

En pratique  $\psi_b$  est obtenu de manière approchée par les équations définies au paragraphe §Biais mécanique.

A partir des torseurs précédents, 2 calculs sont présentés :

- un **calcul des efforts dans les directions 1 et 2 des aciers en supposant le comportement avant fissuration**, on en déduit le torseur ( $M_{1AVF}, M_{2AVF}, M_t$  moment de torsion dans la direction  $\beta$ , angle caractérisant la face tendue du béton avant fissuration supposé dans un état de cisaillement simple, Cf. CED 66).
- un **calcul des efforts dans les directions 1 et 2 des aciers en supposant le comportement après fissuration**, on en déduit le torseur ( $M_{1APF}, M_{2APF}, M_b$  moment de torsion dans la direction  $\beta$ , angle caractérisant la face tendue du béton après fissuration supposée dans un état de compression simple, Cf. CED 66).

Pour le calcul avant fissuration, on a :

$$M_{1AVF} = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left[ M_X \sin(\psi_b - \theta_2) \cos(\psi_b - \theta_1) - M_Y \sin(\psi_b - \theta_1) \cos(\psi_b - \theta_2) \right]$$

$$M_{2AVF} = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left[ M_Y \sin(\psi_b - \theta_2) \cos(\psi_b - \theta_1) - M_X \sin(\psi_b - \theta_1) \cos(\psi_b - \theta_2) \right]$$

$$M_{t\beta} = M_X \sin(\psi_b - \theta_1) \sin(\psi_b - \theta_2) + M_Y \cos(\psi_b - \theta_1) \cos(\psi_b - \theta_2)$$

ou

$$M_{1AVF} = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left[ -M_x \cos(\theta_1) \sin(\theta_2) + M_y \sin(\theta_1) \cos(\theta_2) + M_{xy} \cos(\theta_1 + \theta_2) \right]$$

$$M_{2AVF} = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left[ M_x \sin(\theta_1) \cos(\theta_2) - M_y \cos(\theta_1) \sin(\theta_2) - M_{xy} \cos(\theta_1 + \theta_2) \right]$$

$$M_{t\beta} = M_x \sin(\theta_1) \sin(\theta_2) + M_y \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) - M_{xy} \sin(\theta_1 + \theta_2)$$

Contrainte de cisaillement en torsion en fonction de l'épaisseur  $h$  de la dalle en ce point :

$$\tau_{b\beta} = \frac{6 M_{t\beta}}{h^2}$$

On notera du fait de la résistance du béton à la torsion pure que l'on a alors :

$$M_{1AVF} + M_{2AVF} = M_x + M_y = M_X + M_Y$$

Pour le calcul après fissuration, on a :

$$M_{1APF} = M_{1AVF} + \frac{M_{b\beta}}{2}$$

$$M_{2APF} = M_{2AVF} + \frac{M_{b\beta}}{2}$$

$$\text{Si } \frac{M_{t\beta}}{M_x} > 0, \quad M_{b\beta} = \frac{M_{t\beta}}{\sin^2\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)} \quad \text{Si } \frac{M_{t\beta}}{M_x} < 0, \quad M_{b\beta} = -\frac{M_{t\beta}}{\cos^2\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$$

On notera que l'on a alors :



Le calcul avant fissuration permet de déterminer les directions optimales pour placer les aciers 1 et 2 à partir des efforts des combinaisons ELS. **Ce paragraphe n'a donc pas pour but de conduire aux calculs des justifications à l'ELS, mais simplement de déterminer la direction optimale des aciers et obtenir les efforts pour le calcul ELU suivant. Les résultats du calcul ELU serviront eux à justifier les aciers.**

Le placement optimal des aciers est obtenu en minimisant la torsion, soit :

$$M_{t\beta} = 0$$

Les configurations qui permettent de vérifier ce critère sont :

$$\theta_1 = \psi_b; \quad \theta_2 = \psi_b + \frac{\pi}{2} \text{ (armatures disposées selon les directions principales des moments)}$$

en pratique armature longitudinale selon la direction droite ( $\theta_1 = \varphi_a$ ).

$$\theta_1 = 0; \quad \text{tg}(\theta_2) = \frac{M_y}{M_{xy}} \text{ (armature longitudinale selon le biais } (\theta_1=0).)$$

Ainsi pour déterminer les aciers transversaux, on retient le calcul après fissuration à l'ELU, celui-ci étant obtenu à partir des efforts ELU avant fissuration avec un coefficient de poisson nul ( $\nu = 0$ ).

## 4 - Optimisations

### 4.1 - Dimensionnement de l'épaisseur de dalle

L'épaisseur  $H_d$  de la nervure des PSIDA peut être optimisée pour satisfaire aux justifications en flexion et à l'effort tranchant. L'épaisseur est augmentée de 2cm en 2cm jusqu'à obtenir l'épaisseur suffisante, ou bien on indique qu'il n'y a pas de solutions si la limite en épaisseur est atteinte. Dans ce cas, cela signifie que l'on est situé en dehors du domaine de fonctionnement normal de l'ouvrage (travées trop longues, charges excessives, ...). On vérifie en plus des critères de justification que le taux de ferrailage ne dépasse pas un taux maximum, pour être capable de ferrailer l'ouvrage.

### 4.2 - Dimensionnement des encorbellements

Dans le cas où des encorbellements sont présents et de longueurs suffisantes pour être sollicités de manière importante, une optimisation est effectuée si les épaisseurs proposées ne sont pas adaptées. Ce calcul est découplé du calcul de flexion longitudinale puisque l'encorbellement est calculé en béton armé en assimilant l'encorbellement à une dalle encastrée sur un côté et d'inertie variable. La procédure d'optimisation augmente progressivement la hauteur  $H_e$  au changement d'angle et impose une pente de 1/3 pour déterminer la hauteur de bandeau  $H_b$  sans toutefois dépasser la hauteur de la nervure  $H_d$ .

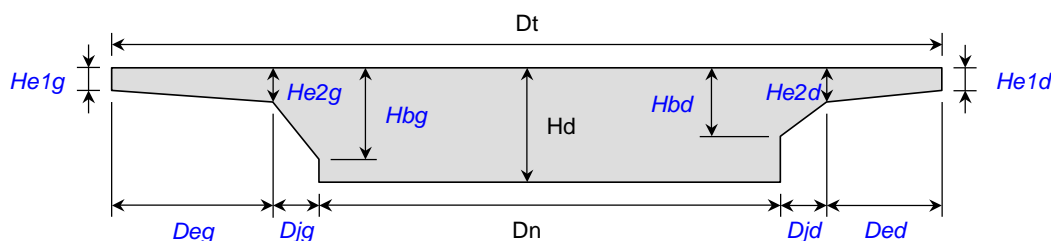


Figure 6 – Coupe transversale des ponts dalles

## 5 - Principes de justifications

Les justifications de sections sont réalisées à partir des enveloppes d'état limites (voir document Annexes Génériques). Les lois de comportement des matériaux constitutifs des parties d'ouvrage sont prises en compte pour évaluer les grandeurs (efforts résistants, contraintes, déformations, ...) faisant l'objet d'un état limite.

Le principe des vérifications consiste à effectuer les justifications sous sollicitations normales, en flexion longitudinale et en flexion transversale, ainsi que les justifications sous sollicitations tangentes. Les critères de justification sont rappelés pour chaque type d'état limite et pour chaque type de justification.

Le respect de l'ensemble des critères d'état limites permet de dimensionner les sections d'aciers passifs ou actifs dans le mode projecteur.

### 5.1 - Sollicitations normales

#### 5.1.1 - Flexion longitudinale

Les moments fléchissants et les efforts normaux, issus du calculateur de structure (ST1), servent de base aux justifications sous sollicitations normales. Il est nécessaire de tenir compte de la fissuration du béton, pour les états limites pour lesquels le béton est fissuré, ce qui est réalisé simplement par la prise en compte du décalage des moments fléchissants (voir document Annexes Génériques).



## Dimensionnement à la flexion

Chamoa détermine la quantité d'acier nécessaire pour équilibrer les efforts qui sont appliqués à la section (ELS et ELU). Les courbes de matériaux sont définies dans le document Annexes Génériques. Le calcul est effectué en section fissurée.

Les sections de dimensionnement prises en compte sont les suivantes :

- Tablier : Largeur droite ( $Larg_d$ ) et épaisseur dalle

### Section minimale d'armatures pour la limitation de la fissuration

Le dimensionnement de ces aciers répond à l'article 7.3.2 de l'Eurocode 2.

Ces aciers sont calculés uniquement dans les zones tendues à l'ELS quasi-permanent.

Selon l'Eurocode 2, les aciers minimum à mettre en place pour limiter la fissuration doivent être tels que :

$$A_{s,\min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

Pour ce calcul, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- La détermination de  $A_{ct}$ , section droite de béton tendu, au moment de l'apparition des fissures, est effectuée sous l'effort Normal de l'ELS quasi-permanent, en considérant un béton élastique non fissuré. Le calcul est effectué en section nette.

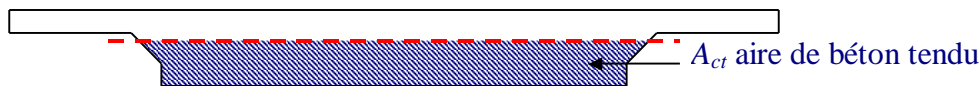


Figure 7 – Détermination de l'aire de béton tendu

$$k_c = 0,4 \left\{ 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \left( \frac{h}{h^*} \right) \cdot f_{ct,eff}} \right\}$$

- $h$  hauteur de la section
- $h^* = h$  si  $h < 1,0$  m et  $h^* = 1,0$  m sinon,
- $\sigma_c = \frac{N_{ELS,QP}}{A_c}$  avec  $A_c$  section brute
- $k = 1,0$  si  $h \leq 300$  mm,  $k = 0,65$  si  $h \geq 800$ , les valeurs intermédiaires étant obtenues par interpolation.
- $k_1 = 1,5$  si  $N_{ELS,QP}$  est un effort de compression,  $k_1 = \frac{2h^*}{3h}$  sinon
- $f_{ct,eff} = \max(f_{ctm}; 2,9)$  en MPa
- $\sigma_s = f_{yk}$

Les autres paramètres intervenant dans le calcul sont déterminés automatiquement. Ils répondent aux prescriptions de l'Eurocode.

## Dimensionnement des aciers minimum, de peau et planchers

### Section minimale d'armatures tendues

En béton armé, le dimensionnement de ces aciers répond aux articles 9.2.1.1 et 9.3.1.1 de l'Eurocode 2.

Selon l'article 9.2.1.1, la section minimale d'armatures tendues est définie de la manière suivante.

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{cm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \quad (\text{et } A_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d, \text{ ce dernier critère n'est plus appliqué dans chamoia,}$$

suite aux modifications de l'annexe nationale en 2016)

$b_t$  étant la largeur moyenne de la zone tendue.

Ce calcul n'est effectué que pour des efforts correspondant à un état limite de service caractéristique. Cette largeur moyenne  $b_t$  est déterminée en considérant le béton comme élastique non fissuré. Le calcul est effectué en section nette. Le programme détermine l'aire de béton tendu sous l'application des efforts de l'ELS caractéristique. La valeur de  $b_t$  est obtenue en divisant l'aire de béton tendu par la hauteur de béton tendu.

### Ferraillage minimum

Concernant le sens longitudinal, on prévoit un minimum d'aciers correspondant à 3 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire de largeur sur chacune des faces ( $A_{s,min} = 3 \text{ cm}^2 \times \text{largeur}_{\text{droite}}$ ) Cf. Annexe nationale de l'EC2 partie 2 art. 9.1. Dans le cas où le béton serait de classe XD ou XS, il appartient au projeteur de prévoir une quantité minimum d'aciers correspondant à 5 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire de largeur. (non prévue par le programme).

### Ferraillage maximum

La section totale d'armatures passives ne doit pas être supérieure à 4% de la section brute de béton. (Article 9.3.1.1 de l'Eurocode 2).

#### 5.1.2 - Flexion transversale

### Dimensionnements effectués

Le programme Chamoia fournit le dimensionnement des aciers transversaux.

- Un calcul par travée et pour les encorbellements lorsqu'ils existent.
- Un calcul pour chaque dalle de transition

Seuls les aciers correspondant aux aciers de flexion et les aciers minimum sont calculés. Le calcul des aciers minimum en zones tendues, ainsi que le calcul des aciers de limitation de la fissuration ne sont pas effectués. (Seuls les aciers longitudinaux sont concernés par ces vérifications)

Le programme fournit enfin des quantités d'acier minimum à mettre en place dans chacune des parties d'ouvrage.

### Dimensionnement à la flexion

Pour les parties en béton armé, Chamoia effectue un dimensionnement identique à celui effectué en flexion longitudinale. La section est alors soumise aux efforts transversaux issus de l'application de l'annexe 12A. (Cf. 3.5 - Calcul des efforts dans les directions de ferraillage pour les ouvrages en BA (flexion simple) (Annexe 12A du BPEL) ci-dessus)

### Ferraillage minimum

Les règles de ferraillage minimum suivantes sont appliquées :

- Chaque section doit au moins être ferraillée avec un ferraillage de peau de 3cm<sup>2</sup>/ml sur chacune des faces.

## Ferraillage non sectionnel

Le dimensionnement des aciers a été complété par des règles de ferraillage supplémentaires. Ce ferraillage minimum sera appelé ferraillage non sectionnel. Le calcul de ce ferraillage minimum résulte de l'application des règles suivantes :

### tablier

Le ferraillage transversal du tablier et des dalles de transition doit être tel que la quantité d'aciers transversaux d'une fibre est au moins être égale à 20% de la quantité d'acier longitudinaux de la même fibre. (Cf. EC2 9.3.1.1)

$$A_{s,trans,inf} \geq 0,2 \times A_{s,long,inf} \text{ et } A_{s,trans,sup} \geq 0,2 \times A_{s,long,sup}$$

De plus, la quantité d'aciers transversaux en fibre supérieure est au moins égale à 50% de la quantité d'aciers transversaux en fibre inférieure (Règles Sétra).

$$A_{s,trans,sup} \geq 0,5 \times A_{s,trans,inf}$$

## 5.2 - Sollicitations tangentes

Les justifications sous sollicitations tangentes sont basées sur l'EC2 et le guide de l'EC2 du Sétra.

L'ensemble des éléments de structure sont justifiés (tabliers-dalles, dalles de transition).

Voir document Annexes Génériques.



# Chapitre 3 – Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PSDIA par la chaîne CHAMOA

## 6 - Description des données

Ce chapitre décrit l'ensemble des données nécessaires à la définition d'un ouvrage de type PSDIA et aux différents paramètres pilotant les justifications réglementaires selon les Eurocodes.

On y distingue les données géométriques permettant de décrire la structure et la voie portée, les données décrivant les charges permanentes, les actions variables hors trafic et les charges d'exploitation, les données permettant de caractériser les matériaux constitutifs de l'ouvrage ainsi que des paramètres définissant différentes options réglementaires.

Un certain nombre de paramètres fixés par les normes sont pris compte par la chaîne Chamoia, sans que l'utilisateur ait la possibilité de les modifier dans la présente version de Chamoia. Ces paramètres sont décrits en fin de ce chapitre.

### 6.1 - Généralités et conventions

La description des données est effectuée par blocs de données.

#### 6.1.1 - Conventions de description des données

##### **Mots clés**

Les mots clés sont des mots réservés d'une longueur maximale de 35 caractères non accentués. Ils sont insensibles à la casse (interprétés en majuscules) :

TRANS, Trans, trans

Certains mots clés possèdent des synonymes (p. ex. féminin, pluriel).

##### **Valeurs numériques**

Les valeurs numériques réelles ou entières sont représentées symboliquement dans la description des données par leur *valeur*. L'écriture est conforme à celle de la plupart des langages de programmation, mais sans distinction entre entiers et réels :

1000, 1000.00, 1.e3, 1.0D3, etc.

## Chaînes de caractères

Les chaînes de caractères sont placées entre guillemets ("). Elles peuvent contenir des caractères accentués et des apostrophes (').

### 6.1.2 - Unités

Les unités sont le mètre (m), le kilo newton (kN) et le méga Pascal (MPa).

Le cas échéant, les unités sont précisées localement.

### 6.1.3 - Types de données – valeurs par défaut

On utilise les conventions suivantes pour caractériser les données :

- I entier.
- R réel.
- Ch chaîne de caractères.
- SW « commutateur » prenant une seule valeur parmi celles indiquées.
- CHM choix multiple d'un ou plusieurs mots clés à concaténer dans une liste de mots clés.

#### Choix entre plusieurs paramètres (commutateur)

Les paramètres dont le choix est obligatoire sont notés entre les signes < et > et sont séparés par des virgules :

```
PROGRAMME < PICF, PIPO, PSIDA, PSIDP >
```

Lorsqu'une valeur par défaut est proposée pour un tel choix, la commande devient optionnelle et le choix par défaut est rouge et souligné :

```
(< ABSOLU, RELATIF >)
```

#### Paramètres ou valeurs optionnels

À l'intérieur d'une description, les paramètres pouvant ne pas être définis ou pouvant recevoir une valeur par défaut sont écrits entre parenthèses :

```
RESPONSABLE "Responsable" (TELEPHONE "XXXX")
```

Lorsqu'une commande ne contient que des paramètres optionnels, elle devient elle-même optionnelle lorsque tous les paramètres prennent leurs valeurs par défaut :

```
COEFFICIENT (MIN k1) (MAX k2)
```

En outre, lorsqu'une commande n'est pas pertinente vis-à-vis d'un problème donné, elle peut être omise même si elle n'est pas explicitement désignée comme optionnelle. Par exemple, le mot clé TROTTOIR n'aura pas à être utilisé si l'ouvrage n'en comporte pas.

#### Valeurs prédéfinies ou par défaut

La valeur par défaut est aux données non renseignées qui en possèdent une. Les conventions sont les suivantes :

- Les valeurs habituelles ou courantes (par exemple, l'épaisseur des enrobés) sont notées [X.XX].
- Les valeurs recommandées par le Sétra sont notées [X.XX].
- Les valeurs réglementaires sont notées [X.XX].

## 7 - Données administratives

Ces données administratives permettent d'identifier le calcul informatique et les responsables du Sétra intervenant sur ce calcul. Elle définissent également les voies de rattachement de l'ouvrage.

### Identification du calcul

#### Données :

<code>Programme</code>	SW	PSIDA
<code>"Version"</code>	Ch	Programme V2
<code>"Numero"</code>	Ch	« Numéro » du calcul.
<code>("suffixe")</code>	Ch	Suffixe attaché à une note de calcul.
<code>"jj/mm/aaaa"</code>	Ch	Date de passage du calcul.
<code>"hh.mm.ss"</code>	Ch	Heure de passage du calcul.

Ces données sont automatiquement créés lors de l'exécution du calcul. Elle permettent d'identifier la note de calcul sans ambiguïté

### Identification du responsable juridique de la note de calculs.

#### Données :

<code>"Societe"</code>	Ch	Nom de la société.
<code>"Responsable"</code>	Ch	Personne responsable de la note de calcul.

### Identification du responsable de la note de calculs au Sétra.

#### Données :

<code>"Responsable"</code>	Ch	Ingénieur du Sétra responsable de la note de calcul.
----------------------------	----	--

### Identification de l'ouvrage.

#### Données :

<code>"Titre"</code>	Ch	Titre figurant sur la page de garde de la note de calculs.
<code>"Voie Portée"</code>	Ch	Indiquer les identifiants des voies portées par l'ouvrage
<code>"Voie Franchie"</code>	Ch	Indiquer les noms des voies ou obstacles franchis.
<code>"Maître d'œuvre"</code>	Ch	Désigner le maître d'œuvre de l'ouvrage.
<code>"Maître d'ouvrage"</code>	Ch	Désigner le maître d'ouvrage de l'opération

## 8 - Géométrie de l'ouvrage

### 8.1 - Profil en travers du tablier

Par défaut, il n'existe qu'un seul profil en travers, dit profil « définitif ».

Chamoa permet de définir un profil supplémentaire (dit « provisoire »), correspondant le plus souvent à une phase où l'ouvrage n'est emprunté que par des engins de chantier. Ces deux profils peuvent comporter des dates de mise en service différentes, en revanche, compte tenu de l'incertitude sur la durée effective de la phase provisoire, ils sont tous deux étudiés jusqu'au temps infini.

Ces profils en travers sont des **profils géométriques droits**, indépendants des charges appliquées sur l'ouvrage. Leur largeur totale doit être identique et définit la largeur de la coupe transversale de l'ouvrage.

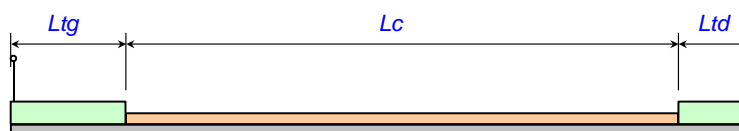


Figure 8 – Profil en travers sans remblai

Pour chaque profil, il est possible de prendre en compte la présence ou non de remblai sur le tablier.

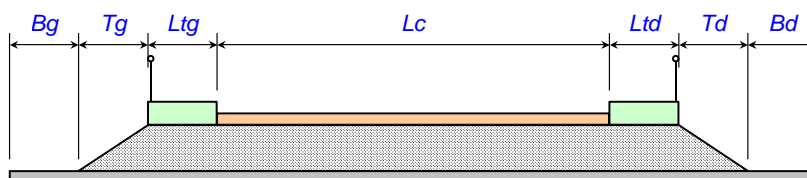


Figure 9 – Profil en travers avec remblai

L'utilisateur doit définir les largeurs des différentes zones, ainsi que les hauteurs et angles de diffusion (utilisation avancée) des charges jusqu'à l'extrados du tablier ou jusqu'au niveau supérieur du remblai lorsque l'ouvrage en comporte un.

### Données :

<code>(Profil_trans)</code>	SW	< DEFINITIF, PROVISOIRE >.
<code>("Titre")</code>	Ch	Titre du profil en travers.
<code>(Bg), (Bd)</code>	R	Largeurs respectives des « bermes » gauche et droite si l'ouvrage porte un remblai.
<code>Tg, Td</code>	R	Largeurs respectives des talus gauche et droit.
<code>Ltg, Ltd</code>	R	Largeurs respectives des trottoirs gauche et droit.
<code>Lc</code>	R	Largeur de la chaussée.
<code>(hdif_tg)</code> <code>(hdif_c)</code> <code>(hdif_td)</code>	R (n)	Hauteur de la chaussée ou des trottoirs prise en compte pour diffuser les charges jusqu'à l'extrados du tablier ou jusqu'au niveau supérieur du remblai [0.00] (ne concerne pas les bermes et talus).

### Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

<code>(beta_tg)</code> <code>(beta_c)</code> <code>(betatd)</code>	R (n)	Angles de diffusion (degrés) des charges correspondant à <code>(hdif_tg)</code> , <code>(hdif_c)</code> , <code>(hdif_td)</code> [45°]
--	-------	--

**NOTE 1** : la gauche et la droite du tablier sont définies par rapport à un observateur dont l'axe de visée est orienté suivant les abscisses croissantes de l'axe de l'ouvrage, tel qu'il est défini dans la coupe longitudinale (ordre croissant des appuis).

**NOTE 2** : La largeur droite de l'extrados ( $Dt$ ) est déterminée à partir de la somme de ces largeurs droites. Il est important de contrôler cette donnée.

$$Dt = Bg + Tg + Ltg + Lc + Ltd + Td + Bd$$

**NOTE 3** : les épaisseurs de diffusion de chaussée et de trottoirs ne servent pas au calcul des descentes de charges permanentes de chaussée et de trottoir. Ces épaisseurs correspondent à la hauteur à franchir avant d'atteindre l'extrados de la dalle nue. Elles comprennent donc l'étanchéité et l'enrobé pour la chaussée et l'épaisseur de trottoir et l'étanchéité pour les trottoirs. Il vaut mieux sous-estimer ces valeurs pour être sécuritaire (c'est à dire prendre "0" ou l'épaisseur minimale de la couche de chaussée (en général 6 ou 7cm d'enrobé et 1cm d'étanchéité). Les épaisseurs pour les calculs de descentes de charges de chaussée et de trottoirs sont définies dans les superstructures.

## 8.2 - Bombement de l'extrados

Un bombement de l'extrados peut être défini par un point A, sommet d'une parabole raccordée linéairement à des parties planes gauche et droite. Le bombement est pris en compte en tant que poids et intervient dans la section résistante.



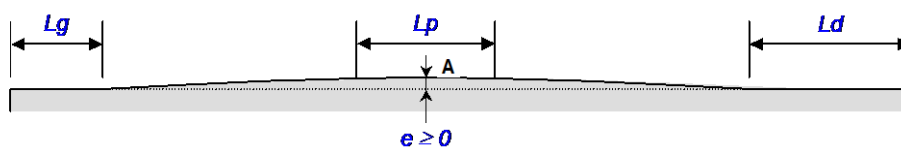


Figure 10 – Bombement de l'extrados

**Données :**

- $L_p$  R Largeur totale du raccordement parabolique [0.00].
- $E$  R Hauteur du bombement [0.00].
- $L_g, L_d$  R Longueurs des plats gauche et droit, par défaut l'interface propose les largeurs des trottoirs du profil définitif [0.00].

**Commentaires :**

- Le bombement est pris en compte, tant au niveau du poids que de la résistance, sous forme d'une surépaisseur uniforme sur toute la largeur du tablier et de surface identique.

### 8.3 - Géométrie en plan

L'ouvrage est supposé rectiligne en plan. Le biais des lignes d'appui est constant et modéré (compris entre 70 et 100 grades).

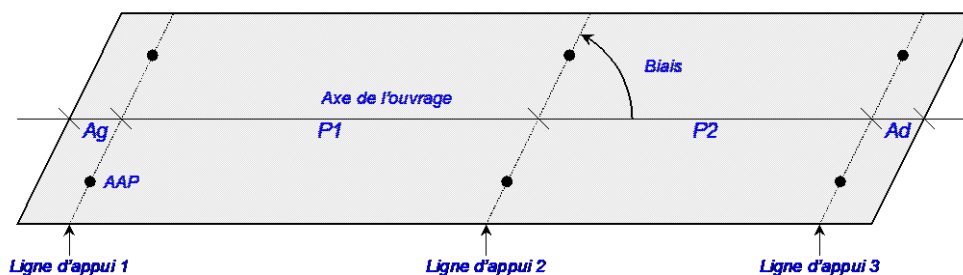


Figure 11 – Géométrie en plan d'un pont dalle

**Données :**

- (Biais) R Angle entre les bords libres et les lignes d'appui, en grades [100.00].

## 8.4 - Coupe longitudinale du tablier

L'ouvrage est supposé avoir un extrados horizontal. La coupe longitudinale du tablier peut comporter des abouts inégaux. La longueur des abouts et les portées sont mesurées en mètres dans l'axe de l'ouvrage (longueurs biaisées).

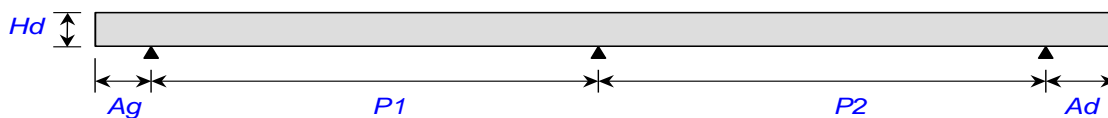


Figure 12 – Coupe longitudinale d'un pont dalle

### Données :

$H_d$	R	Épaisseur de la dalle.
$P_1, \dots, P_n$	R	Portées des $n$ travées.
$A_g, (A_d)$	R	Longueur biaisée des abouts gauche et droit, par défaut l'interface propose : $A_d = A_g$ .
$(Optim\_Enc)$	SW	< <u>MINIMUM</u> , FIXE > Optimisation de l'épaisseur de dalle

### Commentaires :

- L'option < MINIMUM, FIXE > signifie que l'épaisseur ( $H_d$ ) est soit fixe soit augmentable par le programme.

## 8.5 - Coupe transversale du tablier

Quatre options sont proposées :

- Dalle rectangulaire
- Dalle avec chanfreins symétriques.
- Dalle avec encorbellements symétriques.
- Dalle avec encorbellements dissymétriques.

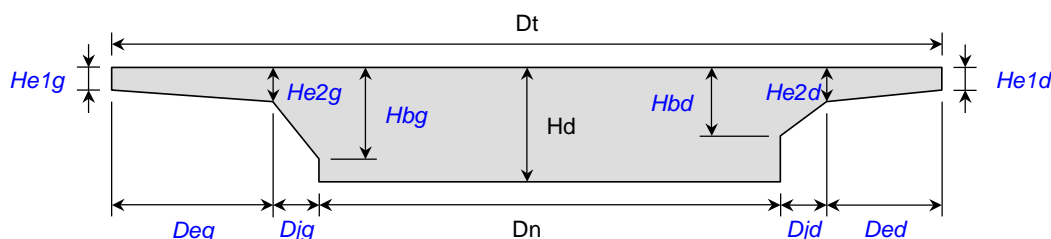


Figure 13 – Coupe transversale de la dalle

- $D_t$  est la largeur du tablier, égale à la largeur du profil en travers.
- $H_d$  est l'épaisseur de la dalle, entrée dans la coupe longitudinale.

Pour le PSIDA, la coupe transversale du tablier est constante et peut comporter des encorbellements modérés, qui doivent respecter à droite et à gauche respectivement :

- $(D_{eg} + D_{jg}) / D_t \leq 1/6$
- $(D_{ed} + D_{jd}) / D_t \leq 1/6$
- $D_{eg} + D_{jg} \leq 2.00$  m
- $D_{ed} + D_{jd} \leq 2.00$  m

### Données :

$(He1g), (He1d)$	R	Épaisseur des encorbellements gauche et droit à l'extrémité [0.00].
$(He2g), (He2d)$	R	Épaisseur des encorbellements gauche et droit à l'encastrement [0.00].
$(Deg), (Ded)$	R	Largeur des encorbellements gauche et droit [0.00].
$(Djg), (Djd)$	R	Largeur des joues gauche et droite [0.00].

$(H_{bg})$ ,  $(H_{bd})$  R Épaisseur des « bandeaux » gauche et droit  $[H_d]$ .

$(Optim\_Enc)$  SW < **MINIMUM**, FIXE > Optimisation de l'épaisseur des encorbellements

- Il faut contrôler que  $H_d \geq H_b$ .
- Il faut contrôler que  $H_d \geq \text{Max}(H_{bg}, H_{bd})$ .

Commentaires :

- L'option  $Optim\_Enc = < \text{MINIMUM}, \text{FIXE} >$  signifie que les épaisseurs  $(H_{e2g})$ ,  $(H_{e2d})$  et  $(H_{bg})$ ,  $(H_{bd})$  sont soit fixes soit augmentables par le programme.

## 8.6 - Remblais

Le type de remblai à prendre en compte est du type :

- Remblai sur le tablier.

Leurs caractéristiques de poids volumique possèdent toutes des valeurs réglementaires ou conseillées par défaut. Leur modification relève donc d'une utilisation avancée. Elles ne sont pas utilisées dans une commande spécifique mais intégrées dans les commandes relatives à chaque type de remblai.

### 8.6.1 - Poids volumique des remblais

**Données :**

$(P_v)$  R Poids volumique moyen des remblais  $[20 \text{ kN/m}^3]$ .

$(k_1)$ ,  $(k_2)$  R Coefficients donnant le poids caractéristique minimal et maximal :

- $[1.00]$  pour les remblais techniques et intérieurs
- $[0.90]$ ,  $[1.10]$  pour le remblai sur le tablier.

### 8.6.2 - Remblai sur le tablier

Le remblai possède une hauteur constante sur le tablier. Les données relatives à ce remblai sont étroitement liées à la définition du « **Profil en travers du tablier** », et auront intérêt, au niveau de l'interface, à être couplées avec la description de ce dernier. Notamment, les données relatives au remblai ne doivent être accessibles que si des zones de type TALUS ont été définies. Elles sont à fournir, en fonction des besoins, pour les profils provisoire et définitif.

La présence d'un remblai est rare pour les ponts dalles (passages de grande faune par exemple).

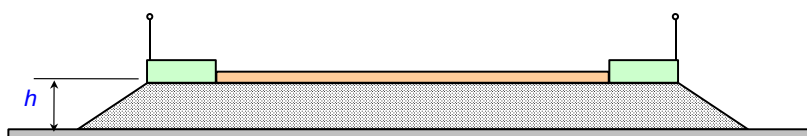


Figure 14 – Remblai sur tablier

La hauteur de remblai sur l'ouvrage est prise en compte également sur les dalles de transition éventuelles

**Données :**

$h$  R Hauteur de remblai sur le tablier  $[0.00]$ .

**Données complémentaires en utilisation avancée :**

$(P_v)$ ,  $(k_1)$ ,  $(k_2)$  R  $C_f =$  « **Poids volumique des remblais** ».

$(betadif)$  R Angle de diffusion des charges en degrés  $[30.00]$ .

## 9 - Charges permanentes

### 9.1 - Charges permanentes de superstructures

**NOTE** : tous les poids sont basés sur le kN et le mètre.

#### Choix du profil transversal

##### Données en utilisation standard :

`(Profil_trans)` SW < DEFINITIF, PROVISOIRE >.

#### Poids de l'étanchéité, des enrobés et des trottoirs

Pour le calcul des poids, par simplification, on fait les hypothèses suivantes :

- L'étanchéité est supposée concerner toute la largeur du tablier.
- Les enrobés concernent les zones de chaussées.
- Le poids des trottoirs s'exerce uniformément sur toute la largeur de ceux-ci.

En utilisation standard, seules les épaisseurs de chacun des éléments sont requises. En utilisation avancée, il est possible de redéfinir les valeurs par défaut des poids volumiques et des coefficients multiplicateurs  $k_1$  et  $k_2$  donnant respectivement les poids caractéristiques minimal et maximal de chaque élément.

##### Données en utilisation standard :

`(E_ch)` R Épaisseur de la chape d'étanchéité [0.03].

`(E_en)` R Épaisseur des enrobés [0.08].

`E_trg, (E_trd)` R Épaisseurs des trottoirs, par défaut l'interface propose :  $E_{trd} = E_{trg}$ .

##### Données complémentaires en utilisation extra-réglémentaire :

Poids volumiques et coefficients  $k_1$  et  $k_2$ .

`(Pv_ch), (k1_ch), (k2_ch)` R Chape d'étanchéité [22.00], [0.80], [1.20].

`(Pv_en), (k1_en), (k2_en)` R Enrobés [24.00], [0.80], [1.40].

`(Pv_tr), (k1_tr), (k2_tr)` R Trottoirs [24.00], [1.00], [1.00].

#### Poids des dispositifs de retenue, équipements, canalisations, etc.

Le poids d'un équipement linéaire, peut être pris en compte sur chacun des trottoirs au moyen d'une charge linéique  $P_{lin}$  répartie sur une largeur  $L$ . L'interface permet de placer la charge dans sa zone par sa distance soit au bord gauche ( $Y_g$ ), soit au bord droit ( $Y_d$ ), et vérifie qu'elle ne déborde pas de la zone. On recommence autant de fois qu'il y a d'équipements à définir.

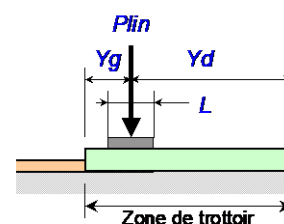


Figure 15 – Équipements des trottoirs

##### Données en utilisation standard :

`("Titre_e")` Ch Titre ou commentaire sur l'équipement.

`Cote` SW < GAUCHE, DROITE >.

< `Yg, Yd` > R Distance entre le centre de la charge et le côté choisi de la zone.

`Plin` R Poids linéique de l'équipement.

`(L)` R Largeur de l'équipement [0.00].

##### Données complémentaires en utilisation extra-réglémentaire :

`(k1), (k2)` R Coefficients  $k_1$  et  $k_2$  de l'équipement, [0.95], [1.05].

## 9.2 - Dalles de transition

L'interface propose cinq options :

- Dalles de transition symétriques (par défaut).
- Dalles de transition non symétriques.
- Dalle de transition uniquement à gauche.
- Dalle de transition uniquement à droite.

Pas de dalles de transition.

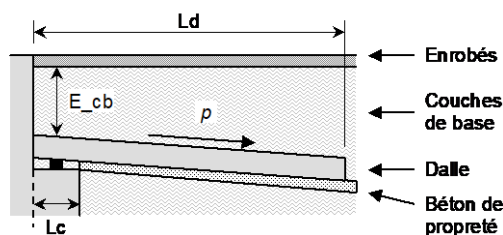


Figure 16 – Dalle de transition

### Données en utilisation standard :

Dalles	SW	< <u>TOUTES</u> , GAUCHE, DROITE, AUCUNE >
		Si l'option choisie est AUCUNE, la commande n'est pas exécutée.
Ld	R	Longueur (mesurée // aux bords libres) de la dalle de transition.
Dg, Dd	R	Débord de chaque côté de la chaussée du profil définitif [0.00] : La dalle aura une largeur : $Lc = \text{largeur de la chaussée} + Dg + Dd$ .
(p)	R	Pente de la dalle (mesurée // aux bords libres) [0.00]. Exemple : 0,02 = 2%.
(E_en)	R	Épaisseur des enrobés au droit de l'appui [0.08].
E_cb	R	Épaisseur des couches de base au droit de l'appui.
(E_d)	R	Épaisseur de la dalle de transition [0.30].
(E_bp)	R	Épaisseur du béton de propreté [0.10].

### Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

En utilisation avancée, il est possible de modifier les poids volumiques et les coefficients  $k$  par défaut :

(Pv_en), (k1_en), (k2_en)	R	Enrobés.	[24.00], [0.80], [1.40].
(Pv_cb), (k1_cb), (k2_cb)	R	Couches de base.	[22.00], [0.95], [1.05].
(Pv_d), (k1_d), (k2_d)	R	Dalle.	[25.00], [0.95], [1.05].
(Pv_bp), (k1_bp), (k2_bp)	R	Béton de propreté.	[22.00], [0.00], [1.05].

Commentaires :

- Dans le calcul, la longueur des dalles de transition est réduite d'un facteur alpha du fait que les dalles de transition reposent directement sur le sol sur une certaine longueur et non sur un appui ponctuel.
- Les hauteurs à prendre en compte se limitent à la hauteur jusqu'à l'extrados du tablier, c'est à dire qu'il ne faut pas rajouter la hauteur de terre sur le tablier qui dépend du profil

## 9.3 - Remblais sur tablier et Dalles de transition

Le remblai situé sur le tablier est prolongé sur les remblais techniques, qu'il y ait ou non présence de dalles de transition.

## 9.4 - Appareils d'appuis

### Définition des dispositions d'appareils d'appuis par ligne d'appui

#### Données :

$Liste\_Yj$	$R(n)$	Liste des ordonnées des centres des appareils d'appui suivant l'axe local de la ligne d'appui (0 correspond à la demi-largeur de l'ouvrage, $Yj$ valeur dans la direction biaise).
$(Haut\_AA\_i)$	$R$	Hauteur de l'appareil d'appuis (à définir pour chaque ligne d'appuis).
$(Long\_AA\_i)$	$R$	Longueur de l'appareil d'appuis (à définir pour chaque ligne d'appuis).
$(Larg\_AA\_i)$	$R$	Largeur de l'appareil d'appuis (à définir pour chaque ligne d'appuis).
$(Mod\_E\_AA\_i)$	$R$	Module de Young vertical de l'appareil d'appuis (à définir pour chaque ligne d'appuis) (MPa).
$Nj$	$I$	Nombre d'appareils d'appui par ligne d'appui
$Liste\_Yj$	$R(n)$	Liste des ordonnées des centres des appareils d'appui suivant l'axe local de la ligne d'appui (0 correspond à la demi-largeur de l'ouvrage, $yj$ valeur dans la direction biaise).

Les appareils d'appuis doivent être définis par leurs positions par ligne d'appui. Le calcul des efforts de flexion transversale dans le chevêtre (sur appareils d'appui et entre appareils d'appui) et les réactions d'appuis par appareils d'appuis sont calculés pour chaque ligne d'appui pour les différents Etats Limites.

Si les appareils d'appuis ne sont pas définis, le calcul des efforts dans le chevêtre incorporé n'est pas réalisé.

NB: Le modèle est un modèle simplifié car les appareils d'appuis sont modélisés comme ponctuels et simples, alors qu'en réalité, ils ont une dimension et qu'ils sont élastiques, il faut donc relativiser la valeur des résultats par rapport à la réalité. Pour avoir des résultats beaucoup plus réalistes, il est conseillé d'introduire les souplesses des appareils d'appuis (surtout si on a plus de 2 appareils d'appuis par lignes d'appui), qui viennent lisser considérablement les résultats de flexion dans le chevêtre.

La rigidité verticale  $K_v$  des appareils d'appuis en néoprène selon la norme NF EN 1337-3 est :

$$\frac{1}{k_v} = \sum_{j=1}^n \frac{t_j}{A'} \left( \frac{1}{5 \cdot G \cdot S_j^2} + \frac{1}{E_b} \right)$$

Module vertical des appareils d'appuis néoprènes  $E=2000\text{MPa}$ , en différé et en instantané

Module de cisaillement  $G=0.9\text{MPa}$ , en différé et en instantané

Le facteur de forme  $S_i = \frac{A'}{L' \cdot t_i}$

Où

- $A'$  est l'aire des frettes,
- $L_p$  le périmètre des frettes
- $t_i$  l'épaisseur d'un feuillet interne
- $n$  est le nombre de feuillets internes

Comme  $K_v = \frac{E_v A}{L}$ , si on fixe  $A$  l'aire en plan de l'appareil d'appui et  $L$  son épaisseur, on en déduit le module équivalent à introduire dans chamoia  $E_v = \frac{K_v L}{A}$

## 10 - Actions variables hors trafic

### 10.1 - Effets thermiques

#### Données en utilisation standard :

("Titre")	Ch	Titre affecté aux effets thermiques.
(T0)	R	Température de référence [10.0 °C].
DTN,exp, DTN,con	R	Variation de température rapide maximum et minimum [0.0], [0.0]. Ces 2 valeurs étant réglementairement positives, l'interface propose (+)DTN,exp et (-)DTN,con , soit une dilatation positive et une contraction négative.
DTM,heat, DTM,cool	R	Gradient thermique positif et négatif [0.0], [0.0]. L'interface propose donc une valeur positive qui tend l'extrados du tablier et une valeur négative qui tend l'intrados du tablier

#### Commentaires :

- Pour l'instant, la température T0 n'intervient pas dans les calculs (elle pourra intervenir dans le calcul du joint d'expansion), seule l'interface de saisie des données l'utilise pour pré-calculer les variations de températures à prendre en compte dans le calcul conformément à l'Eurocode.
- Le choix du gradient thermique et de la dilatation sont détaillés dans les annexes nationales. L'interface de saisie propose une aide à l'évaluation de ces valeurs.

### 10.2 - Tassements d'appui

Pour les ponts dalles (PSIDA, PSIDP), cette commande n'est utile que si le nombre de travées est au moins égal à deux.

#### Données :

("Titre")	Ch	Titre affecté aux tassements.
Tp1, ..., Tpn+1	R	Tassement probable de chaque ligne d'appui [0.00].
Ta1, ..., Tan+1	R	Tassement aléatoire de chaque ligne d'appui [0.00].

#### Commentaires :

- Les tassements sont comptés positivement VERS LE BAS.
- Les tassements d'appuis sont décrits par deux types de tassement par ligne d'appuis. EN1990 Annexe A2 §A2.2.1 (17) :
  - d'une part le tassement probable  $T_{pj}$  simultanément de toutes les lignes d'appuis  $j$
  - d'autre part toutes les combinaisons simultanées de tassements aléatoires  $\pm T_{aj}$  pour chacune des lignes d'appuis  $j$

# 11 - Charges d'exploitation

## 11.1 - Véhicules généralisés (utilisation avancée)

La définition des charges d'exploitation peut nécessiter de faire appel à des véhicules dits « généralisés », qui doivent avoir été préalablement décrits. Pour respecter cette chronologie, le présent paragraphe traite de la création de ce type de charges. L'interface doit permettre de définir la géométrie et les caractéristiques du véhicule.

On restreint la commande générale du langage de données aux véhicules symétriques par rapport à leur axe et dont chaque essieu est composé de roues identiques régulièrement espacées.

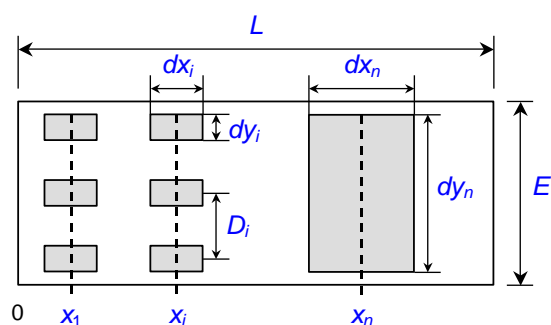


Figure 17 – Véhicule généralisé

### Données en utilisation avancée :

<i>nvg</i>	LAB	Numéro produit par l'interface et affecté au véhicule généralisé lors de sa création.
<i>(Titre)</i>	Ch	Titre du véhicule généralisé.
<i>E</i>	R	Largeur d'encombrement du véhicule.
<i>L</i>	R	Longueur d'encombrement du véhicule.
<i>Xi</i>	R (n)	Positions des essieux par rapport à l'avant du véhicule.
<i>Pi, ...</i>	R (n)	Poids de chaque essieu (kN).
<i>dxi, dyi</i>	R (n)	Impacts longitudinaux et transversaux des roues de chaque essieu.
<i>(dyn)</i>	R (n)	Coefficient de majoration dynamique [1.00].
<i>(N)</i>	R (n)	Nombre de roues de l'essieu, par défaut [1].
<i>(D)</i>	R (n)	Seulement si $N > 1$ : distance entre axes des roues.

### Commentaires :

- Le véhicule généralisé est utilisé dans 2 configurations différentes :
  - soit il sert d'engin de chantier, dans ce cas, il convient en général de définir un coefficient dynamique de 1,5, il sera utilisé en tant que véhicule circulant seul sur l'ouvrage à vitesse rapide en phase d'exploitation provisoire sur un profil de chargement provisoire.
  - soit il modélise un véhicule spécial d'un convoi exceptionnel, il sera alors intégré au groupe de charge LM3. Le poids des essieux fourni par l'utilisateur doit alors intégrer le coefficient d'incertitude (en général 1,1). Si en plus le véhicule se déplace à vitesse rapide, le coefficient dynamique sera pris en compte. L'annexe nationale fixe la valeur du coefficient dynamique à  $\delta = 1 + 0,7 / (1 + 0,2 L_{\text{travée}})$ . Pour un ouvrage multi-travée, on peut prendre pour simplifier la travée la plus courte. A noter que pour les véhicules prédéfinis dans le programme, un coefficient est calculé travée par travée.



## 11.2 - Définition des profils de chargement

Pour chaque profil transversal (définitif, provisoire) Les charges de trafic à prendre en compte sont décrites en les appliquant sur un ou plusieurs « profils de chargement », qui ne sont autres qu'une restriction (nulle, partielle, ou totale) des différentes zones chargeables du tablier.

En pratique, la notion de profil de chargement sera masquée à l'utilisateur par l'interface. Celui-ci définira les parties des zones à charger (donc, implicitement, un profil de chargement) puis affectera les charges à appliquer à chacune des zones. Ce processus est répété autant de fois que nécessaire pour définir toutes les charges à prendre en compte.

### Restriction des zones de chaussée

La partie chargeable d'une zone de chaussée peut être restreinte de deux manières :

- Définition de bandes neutralisées, non chargeables, à gauche et à droite, qui détermine une zone chargeable fixe.
- Définition d'un axe de roulement et d'un débattement, uniquement applicable à un véhicule ou une seule file de véhicules, qui détermine une zone chargeable variable en fonction du véhicule.



Figure 18 – Bandes neutralisées

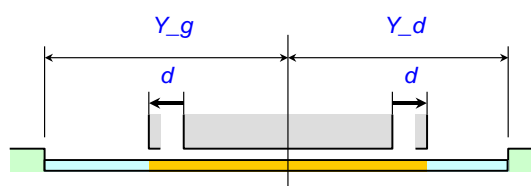


Figure 19 – Axe de roulement et débattement

### Restriction des zones de trottoir (utilisation avancée)

La limitation de la zone chargeable s'effectue par des bandes neutralisées à gauche et à droite.



Figure 20 – Restriction des zones de trottoirs

### Définition d'un profil de chargement

Chaque profil de chargement est relatif à un profil en travers donné. Les données ci-après sont relatives à une zone du profil, la commande définitive résultant de la concaténation de toutes les zones.

#### Données :

<code>npc</code>	LAB	Numéro produit par l'interface et affecté au profil lors de sa création.
<code>(Profil_trans)</code>	SW	< <b>DEFINITIF</b> , PROVISOIRE >.
<code>bn_g, bn_d, bn</code>	R	Largeur des bandes neutralisées (non chargeables) à gauche et à droite [0.00].
< <code>Yg, Yd, ()</code> >	R	Distance entre le bord de la chaussée et l'axe de roulement.
<code>d</code>	R	Débattement [0.00].

#### Données en utilisation avancée :

<code>Trottoir</code>	SW	< <b>TROTTOIR GAUCHE</b> , <b>TROTTOIR DROIT</b> >.
<code>bn_g, bn_d, bn</code>	R	Largeur des bandes neutralisées (non chargeables) à gauche et à droite [0.00].

## 11.3 - Affectation des charges d'exploitation suivant la réglementation française

On rappelle que lors de l'affectation des charges d'exploitation, un profil de chargement est actif et que l'utilisateur choisit les charges à utiliser sur chacune des zones. Les données concernent donc chaque profil de chargement et chaque zone du profil transversal correspondant.

### Données :

<code>npc</code>		Numéro du profil de chargement.
<code>k</code>	LAB	Numéro de véhicule généralisé.
<code>Charges civiles</code>	CHM	(A_DE_L), (BC), (BT), (BR)
<code>Charges de trottoir</code>	CHM	(CHARGE_TROTTOIR_FR) (A_DE_L_PIETONS) (ROUE_ACCIDENTELLE)

### Données en utilisation extra-réglementaire :

<code>(classe)</code>	I	< 1, 2, 3 > : classe de la chaussée pour A_DE_L, BC, BT.
<code>psremb</code>	R	Densité de charge de remblai nominale pour les charges civiles [10,0 kN/m <sup>2</sup> ].

### Commentaires :

- La valeur par défaut de la classe dépend de la largeur de la chaussée.

Classe d'ouvrage pour A\_DE\_L, BC, BT. Par défaut (F. 61 - II, Art. 3) :

$7,00 \leq L_r$	<code>classe = 1</code>
$5,50 < L_r < 7,00$	<code>classe = 2</code>
$L_r \leq 5,50$	<code>classe = 3</code>

### Commentaires :

- Les charges BR, CHARGE\_TROTTOIR\_LOCALE et ROUE\_ACCIDENTELLE ne sont prises en compte que dans l'étude de la flexion transversale.
- Lorsque CHARGE\_TROTTOIR\_FR est spécifiée, la charge uniforme (150 kg/m<sup>2</sup>) est prise en compte dans l'étude de la flexion longitudinale et la charge locale (450 kg/m<sup>2</sup>) dans l'étude de la flexion transversale.
- Lorsque A\_DE\_L\_PIETONS est spécifiée, cette charge est prise en compte dans l'étude de la flexion longitudinale et la charge locale (450 kg/m<sup>2</sup>) dans l'étude de la flexion transversale. En outre, cette charge n'est combinée avec aucune autre charge d'exploitation.

## 11.4 - Affectation des charges d'exploitation suivant l'Eurocode 1

Le mécanisme est semblable à celui de la réglementation française.

### Données :

<code>npc</code>	CHM	Numéro du profil de chargement.
<code>k</code>	LAB	Numéro de véhicule généralisé.
<code>Charges de chaussée</code>	CHM	(LM1) (LM2)
<code>Charges exceptionnelles</code>	CHM	(LM3 NOM_VS_1 < LENT, RAPIDE > (SEUL) (NON_FREQUENT)) (LM3_GENERALISE k < LENT, RAPIDE > (SEUL) (NON_FREQUENT))
<code>NOM_VS</code>	CHM	... (CV_C1) (CV_C2) (CV_D2F1) (CV_D3F1) (CV_D3F2) (CV_E2F1) (CV_E3F1) (CV_E3F2) (VS_600_150) (VS_900_150) (VS_1200_150) (VS_1200_200) (VS_1500_150) (VS_1500_200) (VS_1800_150) (VS_1800_200) (VS_2400_200) (VS_2400_240) (VS_2400_200_200) (VS_3000_200) (VS_3000_240) (VS_3000_200_200) (VS_3600_200) (VS_3600_240) (VS_3600_240_240)
<code>Charges militaires</code>	CHM	(MC80), (ME80), (MC120), (ME120)
<code>Charges de trottoir</code>	CHM	(CHARGE_UNIFORME_TROTTOIR), (TS_ACCIDENTEL_TROTTOIR) (CHARGE_PASSERELLE_PIETONS)

Charges de foule CHM (LM4)

Charges de chantier CHM (CHANTIER\_23M3), (CHANTIER\_34M3)

### Données en utilisation avancée :

(classe) I <1, 2> : classe de trafic de la chaussée.

#### Commentaires :

- La charge CHARGE\_UNIFORME\_TROTTOIR est la charge «  $q_{fk}$  », elle prend soit la valeur de la charge caractéristique  $5\text{ kN/m}^2$  si la charge de trottoir est seule (c'est-à-dire sans LM1, combinaison gr3), soit la valeur de la charge d'accompagnement du LM1 ( $3\text{ kN/m}^2$ ) dans la combinaison gr1a.
- La charge de foule ( $5\text{ kN/m}^2$ ) sur la chaussée est obtenue avec la charge LM4. Si la charge CHARGE\_UNIFORME\_TROTTOIR est activée, la charge de  $5\text{ kN/m}^2$  est également activée sur les trottoirs.
- Lorsque CHARGE\_PASSERELLE\_PIETONS est spécifiée sur les trottoirs, le modèle «  $q_{fk}$  » est pris en compte d'une part avec une charge variable entre  $2.5$  et  $5\text{ kN/m}^2$  dans l'étude de la flexion longitudinale, d'autre part avec une charge de  $5\text{ kN/m}^2$  dans l'étude de la flexion transversale, conformément à l'annexe nationale. En outre, cette charge n'est combinée avec aucune autre charge d'exploitation
- 
- Dans le cas du LM3\_GENERALISE, le coefficient dynamique est pris égal à celui déclaré pour le véhicule généralisé  $k$  uniquement si l'option RAPIDE est activée. Sinon, il est pris égal à  $1,00$ .
- Dans le cas du LM3, si l'option NON\_FREQUENT est spécifiée, le chargement ne sera pas étudié en valeur fréquente.
- Un véhicule généralisé sur un trottoir est assimilé à un véhicule de service QSERV.

## 11.5 - Respect des profils de chargement selon les charges

Afin de respecter au mieux l'esprit du règlement français et de l'Eurocode 1, certaines charges de chaussée adoptent un comportement particulier vis-à-vis des zones neutralisées définies par les profils de chargement :

- Les charges  $B_c$  et  $B_t$  respectent les restrictions de chaussée en flexion longitudinale, mais non en flexion transversale, pour laquelle elles se déplacent sur toute la largeur de la chaussée.
- Les charges LM1 et LM2 se déplacent sur toute la largeur de la chaussée dans tous les cas.
- Pour les charges de type LM3, les restrictions de chaussée délimitent le déplacement du véhicule spécial (VS). Le LM1 d'accompagnement éventuel se déplace sur toute la largeur de la chaussée.
- Dans tous les autres cas les restrictions de chaussée sont respectées.

## 12 - Matériaux et critères réglementaires

### 12.1 - Béton suivant les Eurocodes

On distingue deux types de béton : béton de structure et béton de dalles de transition. En cas d'absence du béton de dalles de transition, celui est pris identique à celui de la structure, sauf s'il s'agit de BHP ( $f_{c28} > 50$  Mpa).

#### Données générales :

<i>(Titre)</i>	Ch	Titre du béton.
<i>fck</i>	R	Résistance caractéristique à la compression à 28 jours (MPa).
<i>(Loi)</i>	SW	< <u>PARABOLE RECTANGLE</u> , ELASTOPLASTIQUE >

#### Données complémentaires pour les bétons de structure :

<i>Ciment</i>	SW	< N, R, S > : classe du ciment suivant l' EC 2.
<i>(Silice)</i>	SW	< <u>SANS SILICE</u> , AVEC_SILICE > : ce choix n'est proposé que si $f_{c28} > 50$ MPa. En dessous de cette valeur, le choix implicite est <u>SANS SILICE</u> .
<i>rh</i>	R	Humidité relative de l'environnement ambiant (%).

#### Données en utilisation extra-réglementaire pour les bétons de structure :

<i>(pv)</i>	R	Poids volumique du béton ( $\text{kN/m}^3$ ) [25,00].
<i>(k1), (k2)</i>	R	Coefficients donnant le poids caractéristique minimal et maximal [1.00].

### 12.2 - Affectation des matériaux

L'affectation des matériaux est automatique.

En cas de présence de dalles de transition, un béton de dalle de transition peut être créé. A défaut, le béton de structure leur est affecté.

## 12.3 - Armatures passives

### Définition d'un type d'acier passif

Les types d'acier utilisés de nos jours étant presque toujours standard, cette commande est optionnelle et sera peu utilisée en pratique.

#### Données en utilisation standard :

(fyk) R Limite d'élasticité garantie (MPa) [500.00].  
 (Loi) SW < ELASTOPLASTIQUE, BILINEAIRE >

### Prise en compte de l'orientation des aciers dans le calcul du dimensionnement des aciers

L'option par défaut des aciers de flexion est l'option parallèle – parallèle (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis). Néanmoins ce choix peut conduire à des quantités d'acier non optimales dans le cas de géométries biaisées et selon le type d'ouvrage. On introduit donc la possibilité de choisir l'orientation des aciers.

#### Données :

ORIENTATION\_ACIERS SW < PARALLELE PARALLELE, PARALLELE PERPENDICULAIRE, PERPENDICULAIRE PARALLELE >

La commande distingue 3 options :

- PARALLELE PARALLELE (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis) correspond à l'option par défaut
- PARALLELE PERPENDICULAIRE (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux perpendiculaires aux bords libres), cette option est utile pour les ouvrages PSIDA (ouvrage long et peu large).
- PERPENDICULAIRE PARALLELE (aciers longitudinaux perpendiculaires aux lignes d'appuis et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis), cette option est utile pour les ouvrages PICF ou PIPO larges. Cette option est pour l'instant inactive.

## 12.4 - Enrobages

En fonction du type d'ouvrage, l'interface affiche les parties d'ouvrage pertinentes et permet d'affecter à chacune d'elles une épaisseur d'enrobage choisie dans une liste prédéfinie. On notera que les enrobages sont choisis indépendamment du diamètre des aciers, ce qui n'est pas vrai en réalité. Une vérification préalable doit être faite.

#### Données :

Partie\_oa CHM (TABLIER < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),  
 (DALLES\_TRANSITION)  
 enrobage R Enrobage (m).

Commentaires :

- Le choix des enrobages est détaillé dans les annexes.

## 12.5 - Prise en compte forfaitaire de la fatigue

Pour le règlement Eurocode, un critère ELS supplémentaire permet de se dispenser des justifications à la fatigue. En béton armé, ce critère s'applique sur les aciers à l'ELS caractéristique et en béton précontraint le critère s'applique sur le béton en ELS fréquent.

Ce critère est activé par défaut et ne peut être modifié. Il ne donne donc pas lieu à un bloc particulier de données. Pour mémoire, les conditions sont (AN-EN 1992-2 §6.8.1) :

**Pour tous les ouvrages PIPO, PICF, PSIDA et PSIDP**

<i>fst</i>	R	Contrainte admissible de l'acier en traction à l'ELS caractéristique [300.00]
<i>kcc</i>	R	Coefficient appliqué à <i>fck</i> et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS caractéristique [0.60]

## 12.6 - Critères normatifs de contrainte du béton ELS

**Données en utilisation extra réglementaire :**

**Pour tous les ouvrages PIPO, PICF, PSIDA et PSIDP**

Le 1er critère modifie la contrainte admissible du béton en compression à l'ELS caractéristique en exploitation pour tenir compte des classes d'environnement (EN 1992-2 §7.2).

Ce 1<sup>er</sup> critère est couvert par la vérification simplifiée à la fatigue, excepté pour les fondations.

<i>kcc_cara</i>	R	Coefficient appliqué à <i>fck</i> et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS caractéristique [0.60]
-----------------	---	---

## 12.7 - Critères d'ouverture de fissure ELS

L'ouverture maximale des fissures pour toutes les parties d'ouvrage et pour toutes les combinaisons d'actions à l'ELS fréquent est limitée par AN-EN 1992-2 §7.3.1.

**Données :**

<i>Partie_oa</i>	CHM	(TABLIER < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >), (DALLES_TRANSITION)
<i>wk</i>	R	Ouverture de fissure maximale aux ELS fréquents (mm) (en pratique 0,3 mm BA sauf si classe d'environnement plus sévère).

# Chapitre 4 – Note de calculs commentée

Le présent chapitre illustre, sur la base d'exemples, les résultats produits par la chaîne Chamoa.

Les jeux de données composant les exemples d'application sont décrits dans un premier temps. Il y est fait référence au chapitre précédent « Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PSDIA », présentant de façon exhaustive l'ensemble des données et options de Chamoa. Pour un type d'ouvrage, plusieurs jeux de données sont nécessaires pour permettre d'illustrer convenablement les possibilités de Chamoa.

Les principes de la note de calcul commentée sont précisés en préambule de la note de calcul commentée proprement dite.

Les fichiers auxiliaires (fichiers de données intermédiaires, fichiers de commande ST1, notes de calculs détaillées) sont également succinctement décrits. Il y est fait référence au chapitre « Application des Eurocodes à la justification des ouvrages » détaillant les méthodes de calculs utilisées par **Chamoa** ainsi qu'aux nombreuses annexes méthodologiques.

## 13 - Description de l'exemple d'application d'un ouvrage de type PSDIA

La description des ouvrages destinés à illustrer les sorties (ou notes de calculs) de Chamoa se basent sur le rappel des données et sont donc fournies dans l'ordre du rappel de données. Cet ouvrage :

- comprend un profil provisoire et un profil définitif
- a un remblai sur la dalle pour le profil provisoire
- ne dispose pas de dalle de transition

### 13.1 - Description des jeux de données

#### 13.1.1 - Géométrie et remblais

Deux profils en travers sont définis sur l'ouvrage :

- Un profil définitif, comportant une chaussée de 10,00 m bordée de trottoirs de 1,00 m. Les épaisseurs de diffusion de la chaussée et des trottoirs sont de 8 cm (valeur par défaut) et de 25 cm. L'épaisseur de 8 cm correspond à l'épaisseur équivalente de l'ensemble étanchéité + épaisseur minimale d'enrobé.

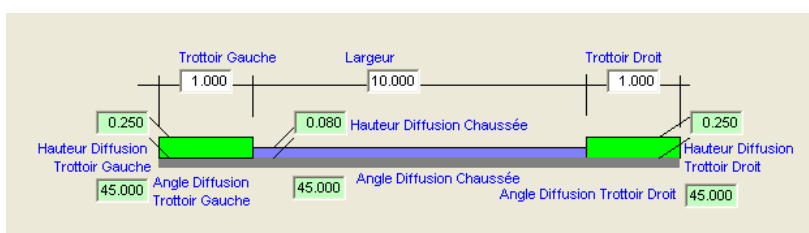


Figure 21 – Profil définitif

- Un profil provisoire comprend un chaussée de 8,00 m sans trottoirs (largeurs nulles). Les épaisseurs de diffusion de la chaussée est de 8 cm (valeur par défaut) et de 0 cm. Dans ce profil provisoire, l'ouvrage supporte un remblai caractérisé par des talus gauche et droit de 1,00 m et des bermes (parties de l'ouvrage ne supportant pas de remblai) de 1,00 m de part et d'autre du talus.

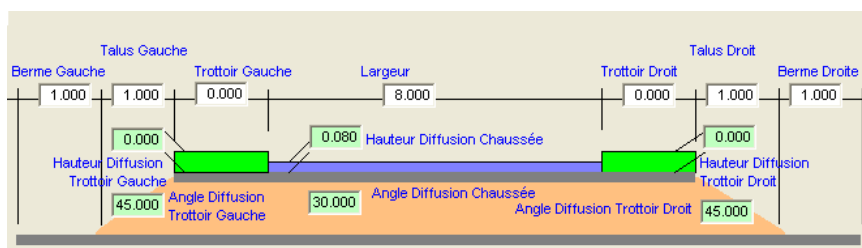


Figure 22 – Profil provisoire

La description est complétée par la définition des angles de diffusion des charges à travers la chaussée et les trottoirs. Les valeurs par défaut de 45° sont retenues, sauf pour la chaussée du profil provisoire où l'on retient 30°.

*Remarque 1 :* La somme des largeurs droites de ces paramètres correspond à la largeur droite de la dalle. Il est donc important de veiller à la validité de ces données.

*Remarque 2 :* Les épaisseurs définies ici sont des épaisseurs de diffusion destinées à étaler les charges. Il est souhaitable de minimiser ces valeurs afin d'obtenir un effet défavorable des actions variables. La prise en compte du poids propre de ces éléments est définie dans le chapitre sur les superstructures, où il est possible de prendre en compte des valeurs caractéristiques minimale et maximale.

Ces caractéristiques sont à définir dans plusieurs séries de données (coupe longitudinale, coupe transversale).

Le biais de l'ouvrage est caractérisé par l'angle (en grades) compris entre les bords libres et la direction des pénétrations. L'ouvrage étudié présente un biais de 80 grades.

La géométrie de l'ouvrage est définie par une coupe transversale droite (perpendiculaire aux bords libres) et une coupe longitudinale biaise (parallèle aux bords libres).

La dalle est une dalle chanfreinée avec chanfreins symétrique (la définition de dalle avec encorbellement est décrite dans les ouvrages PSIDP) comme illustré ci-dessous (la largeur de la dalle est déduite des profils en travers). Le détail de l'extrados peut être décrit précisément par des zones déversées, des raccordements.

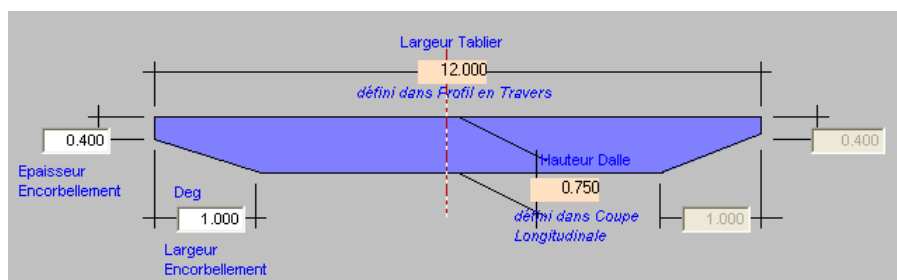


Figure 23 – Coupe transversale droite de la dalle

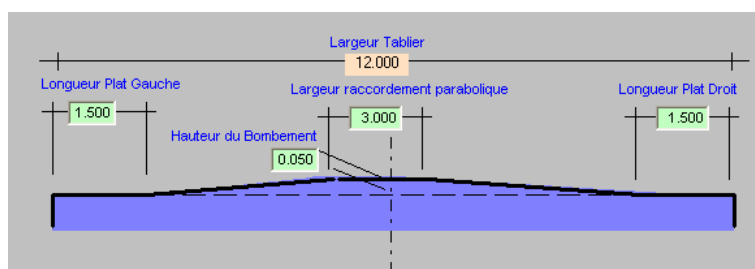


Figure 24 – Détail de l'extrados



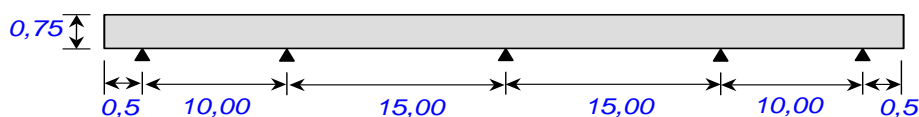


Figure 25 – Coupe longitudinale biaisée de l'ouvrage

Remarque 1 : L'option d'ajustement des épaisseurs a été prise, ce qui permet à Chamoia d'augmenter l'épaisseur de la dalle si cela s'avère nécessaire.

### 13.1.2 - Dalles de transition

Il est possible de décrire des dalles de transition qui sont alors calculées par Chamoia. Se reporter aux ponts cadres ou portiques

### 13.1.3 - Superstructures

Les superstructures ne comprennent des charges d'enrobé et d'étanchéité décrites par leurs épaisseurs (0,08 et 0,03 m pour le profil définitif et de 0,20 et 0,00 m pour le profil provisoire), leurs poids volumiques pris par défaut à 24 kN/m<sup>3</sup> et 22 kN/m<sup>3</sup> assortis des coefficients de valeurs caractéristiques de 0,80 et 1,40 pour l'enrobé et de 0,80 et 1,20 pour l'étanchéité.

On rappelle que l'étanchéité règne sur toute la largeur de la dalle alors que l'enrobé ne règne que sous la chaussée.

Pour le profil définitif, des charges linéiques sont appliquées de part et d'autre de l'ouvrage, dans la zone de trottoirs. Elles correspondent à des charges de barrières et corniches de 10 kN dont le centre de gravité se trouve à 15 cm du bord extérieur des trottoirs. Les coefficients par défaut de 0,8 et 1,20 sont conservés pour définir les valeurs caractéristiques minimale et maximale de cette action.

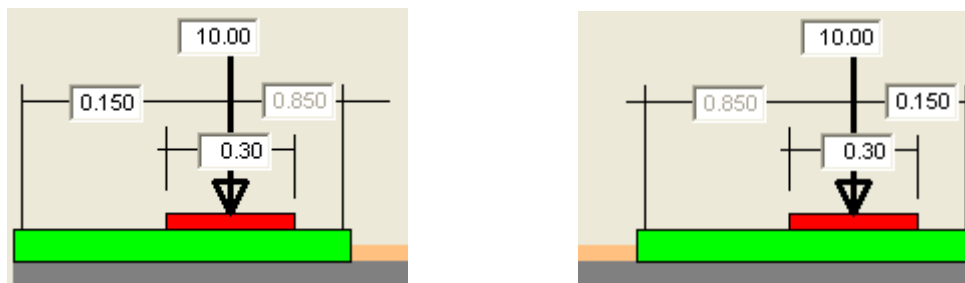


Figure 26 – Définition des superstructures des corniches par des charges linéiques

### 13.1.4 - Remblais

Le remblai sur la dalle supporté par le profil provisoire est défini par son épaisseur de 0,50 m, son poids volumique (20 kN/m<sup>3</sup>), les coefficients de valeurs caractéristiques minimale et maximale, pris ici égaux à 0,90 et 1,10 (valeurs par défaut). L'angle de diffusion des charges à travers le remblai est pris à 30°.

### 13.1.5 - Actions variables de température

L'action variable de température comprend une variation linéaire par rapport à une température de référence, ainsi qu'un gradient thermique appliquées à la dalle.

## Variation linéaire de température

Nous considérons un ouvrage dans le département de la Gironde (33).

Les températures minimale et maximale de l'air sous abri, issues de l'annexe nationale de l'NF-EN 1991-1-5, valent pour ce département :

$$T_{min} = -15^{\circ}\text{C}$$

$$T_{max} = 40 \text{ °C}$$

La température de référence  $T_0$  est de 10°C (valeur par défaut)

On en déduit les composantes de température uniforme minimale et maximale des ponts.

$$T_{e,min} = T_{min} + 8 = (-15) + 8 = -7 \text{ °C}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 1 = 40 + 1 = 41 \text{ °C}$$

puis :

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 41 - 10 = 31 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10 + 7 = 17 \text{ °C}$$

## Gradient thermique

Conformément à l'annexe nationale NF-EN 1991-1-5, pour les ponts dalle en béton, (ouvrages de type 3), les valeurs de la composante linéaire de gradient thermique sont les suivantes :

$$\Delta T_{M,heat,0} = 12 \text{ °}$$

$$\Delta T_{M,cool,0} = -6 \text{ °}$$

Il convient également de tenir compte de l'épaisseur de revêtement par l'intermédiaire du coefficient  $k_{sur}$  (Tableau 6.2 NA).

Nous retenons la situation la plus défavorable correspondant à la situation définitive de l'ouvrage sans remblai. Le complexe étanchéité-enrobé de 0,08 m + 0,03 d'épaisseur, nous retenons une valeur défavorable de 50 mm de revêtement, conduisant à des coefficients égaux à 1,0. On a alors :

$$\Delta T_{M,heat} = 1,0 \times 12 \text{ °} = 12 \text{ °}$$

$$\Delta T_{M,cool} = 1,0 \times (-6 \text{ °}) = -6 \text{ °}$$

### 13.1.6 - Tassements

Au droit de chaque appui est défini la valeur du tassement probable (pris égal à 0 dans notre exemple) et la valeur du tassement aléatoire (pris égal à 1 cm) que subira l'appui.

### 13.1.7 - Charges d'exploitation

La classe de trafic de l'ouvrage est la classe 2.

Les charges d'exploitation prises en compte sur l'ouvrage sont :

- des charges de chantier (véhicule spécifique, tombereaux de 23 et 34 m<sup>3</sup>)
- des charges de trafic de l'Eurocode
- un convoi LM3 généralisé correspondant à un convoi exceptionnel de type C2
- des charges de trottoir

Il convient de désigner les charges réglementaires utilisées, de décrire les charges extra-réglementaires par leur géométrie et les masses à prendre en compte, de les affecter à l'un des deux profils fonctionnels (profil définitif ou profil provisoire) compte tenu d'éventuelles restrictions de circulaire.

Dans ce but, on décrit dans un premier temps des *profils de chargement* :

## Profil 100 : configuration de chantier

Ce profil de chargement 100 est construit à partir du profil provisoire avec neutralisation d'une bande de 1,00 m de part et d'autre de la chaussée.

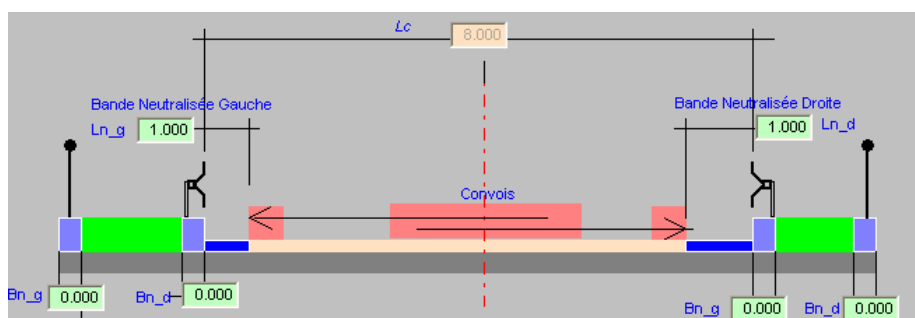


Figure 27 – Profil de chargement 100 associé au profil provisoire

Ce profil de chargement reçoit des charges de chantier constituées d'un véhicule spécifique décrit ci-après et des tombereaux de 23 et 34 m<sup>3</sup> de la circulaire delta 70.

Les tombereaux sont des charges prédéfinies dans Chamoia, qui circulent seules sur le profil de chargement à vitesse « rapide ». La prise en compte d'un coefficient de majoration dynamique de 1,5 est effectuée automatiquement lors de l'affectation de la charge au profil de chargement en sélectionnant l'option véhicule "rapide"

Aucune charge n'est affectée aux trottoirs.

## Profil 200 : configuration de service

Ce profil de chargement 200 est construit à partir du profil définitif sans modification pour la chaussée. Des bandes sont neutralisées à droite et à gauche des deux trottoirs.

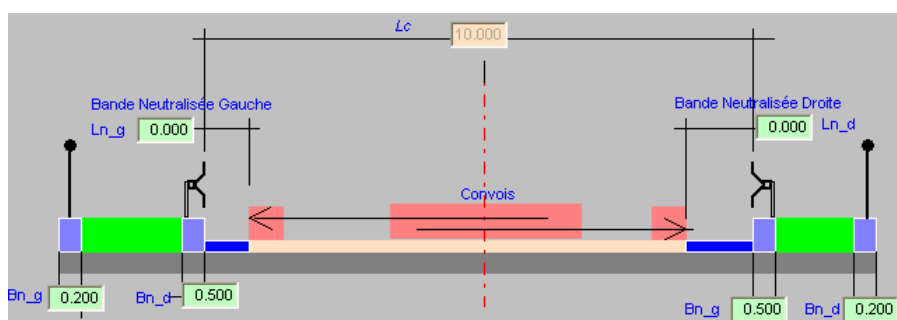


Figure 28 – Profil de chargement 200 associé au profil définitif

Ce profil de chargement reçoit des charges de service suivantes :

- Charges LM1 et LM2 de l'Eurocode.
- Charges uniforme de trottoirs de 3 kN/m<sup>2</sup> et de l'essieu TS accidentel sur chacun des deux trottoirs.

## Profil 300 : configuration réduite de service

Ce profil de chargement 300 est construit à partir du profil définitif avec restriction de chargement sur des bandes latérales de 1,00 m en limite de chaussée.

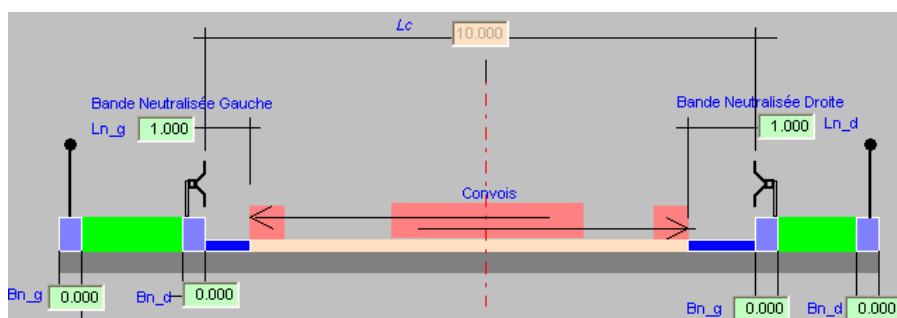


Figure 29 – Profil de chargement 300 associé au profil définitif

Ce profil de chargement reçoit les charges de service suivantes :

- Charges de LM3 généralisée correspondant au convoi C2 (convoi de 120 tonnes).
  - Les options choisies pour ce calcul sont un passage du convoi seul et à vitesse normale (ou rapide) (ce qui se traduira par prise en compte d'un coefficient de majoration dynamique) et fréquent.
- Aucune charge de trottoir

## Véhicule généralisé

Un véhicule généralisé 100 est défini par les caractéristiques suivantes :

Il est affecté d'un coefficient de majoration dynamique de 1,5 (par défaut, la valeur est 1).

Lors de l'affectation de la charge au profil de chargement, l'utilisateur précise les modalités de circulation du convoi, qui est réputé circuler seul et à vitesse « rapide ». Chamoia lui affectera dans ce dernier cas un coefficient de majoration dynamique.

Les masses des différents essieux identiques sont de 100 kN avec une géométrie détaillée du véhicule décrite ci-dessous.

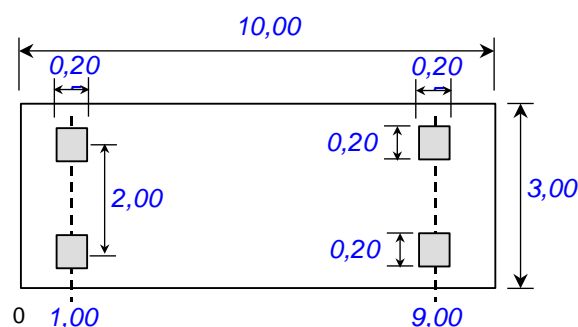


Figure 30 – Géométrie du véhicule spécial

### 13.1.8 - Matériaux

## Béton

Le béton de structure est caractérisé par les caractéristiques suivantes :

- sa résistance caractéristique :  $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
- humidité relative de l'environnement ambiant : 70 %

et :

- loi de comportement à l'ELU : loi élasto-plastique (qui n'est pas la valeur par défaut)
- poids volumique du béton 25 KN/m<sup>3</sup>
- coefficients de valeur caractéristique minimale 1,00 et maximale sur le poids propre 1,00

## Acier passif

Les valeurs par défaut sont prises en compte :

- limite d'élasticité garantie :  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- loi de comportement loi bilinéaire

## Enrobage

Les valeurs suivantes sont utilisées :

dalle	
extrados	intrados
3 cm	3 cm

## Ouverture de fissures

Une ouverture de fissure de 3/10<sup>ème</sup> de millimètres est prise pour toutes les parties d'ouvrages.

# 14 - Introduction à la note de calculs commentée

Chaque exécution du programme Chamoia produit une note de calcul rassemblant les principaux résultats, condensés et mis en forme. Un certain nombre de résultats intermédiaires ou plus détaillés sont également produits et sont destinés à être consultés dans un format électronique.

Les paragraphes qui suivent sont destinés à commenter les résultats fournis au regard des justifications prescrites par les Eurocodes et leur application dans le cadre restrictif du programme Chamoia, conformément au chapitre 2 du présent document.

Ils sont fournis dans l'ordre de la note de calculs, correspondant au déroulement logique du calcul.

Les extraits des notes de calcul sont reproduits dans la police de caractères non proportionnels suivante sur 132 colonnes pour constituer la note de calculs commentée.

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----0-----1-----2-----3--  
 NOTE DE CALCUL COMMENTEE TAILLE 6.5 : On peut conserver la marge de gauche à 2 cm, on n'a qu'1,5 cm à droite, ce qui est acceptable  
 -----

Le résultat 1 dans la barre n°1 est : 0.000  
 Le résultat 2 dans la barre n°1 est : 0.000 [1]  
 Le résultat 3 dans la barre n°1 est : 0.000 [2]

Afin de baliser des commentaires particuliers explicitant certains résultats, des repères numériques sont insérés à proximité des données à commenter.

Chaque extrait de note de calcul est suivi d'une plage de commentaires donnant des informations générales sur la séquence de résultats ou des informations particulières à certains résultats en regard des repères prévus à cet effet.

Ces commentaires sont fournis dans la police de caractère courante du présent document.

[1] : le résultat 2 nécessite les commentaires suivants ...

[2] : le résultat 3 nécessite les commentaires suivants ...

La note de calcul commentée vise à illustrer le plus grand nombre d'options possible de la chaîne Chamoia, tout en correspondant à un cas plausible.

Dans certains cas, lorsque des options incompatibles entre elles sont possibles, des jeux de données différents ont pu être utilisés, afin d'illustrer ou de commenter les résultats obtenus pour chaque option.

## 15 - Fichiers de données bruts

Le fichier suivant est le fichiers texte généré par l'interface de saisie des données d'ouvrage et qui servira à l'exécution des calculs (c'est l'équivalent des anciens bordereaux de données des calculs de ponts types). Celui-ci sera transmis au SETRA avec le rappel des données que génère également l'interface de saisie. Généralement le fichier porte le nom du type d'ouvrage suivi d'une chaîne de caractère et de l'extension ".txt". Il est composé de BLOCS correspondant aux différents éléments nécessaires au calcul de l'ouvrage. Par extension, on appelle aussi par facilité ce fichier, le fichier "BLOC". Ce fichier est complet et valide pour un calcul lorsque le rappel des données (fichier texte du même nom suivi de l'extension \_RAP.txt) a été effectué via l'interface et ne mentionne aucune erreur.

```
BLOC PROGRAMME PSIDA
VERSION_IHM "V3.01 - 5 Fév. 2010"
CALCUL "0001" SUFFIXE "0"
DATE "25/03/10" HEURE "17:12:44"
FIN

BLOC COMMANDITAIRE
SOCIETE "ZZ"
RESPONSABLE "YYY."
FIN

BLOC SETRA
RESPONSABLE "Non Connu." CODE_CLIENT "Non Connu." FACTURATION 100
FIN

BLOC OUVRAGE "PSIDA en verification"
VOIE_PORTEE "Voie Portee"
VOIE_FRANCHIE "vois Franchie"
MAITRE_OEUVRE "Maitre Oeuvre"
MAITRE_OUVRAGE "Maitre Ouvrage"
FIN

BLOC PROFIL TRANSVERSAL DEFINITIF "Profil transversal PSIDA definitif"
TROTTOIR GAUCHE LARGEUR 1.000 HAUTEUR_DIFF 0.25 BETA_DIFF 45.000
CHAUSSEE LARGEUR 10.000 HAUTEUR_DIFF 0.08 BETA_DIFF 45.000
TROTTOIR DROIT LARGEUR 1.000 HAUTEUR_DIFF 0.25 BETA_DIFF 45.000
FIN

BLOC PROFIL_TRANSVERSAL PROVISOIRE "Profil transversal PSIDA en phase de chantier"
BERME GAUCHE LARGEUR 1.000
TALUS GAUCHE LARGEUR 1.000
CHAUSSEE LARGEUR 8.000 HAUTEUR_DIFF 0.08 BETA_DIFF 30.000
TALUS DROIT LARGEUR 1.000
BERME DROIT LARGEUR 1.000
FIN
```

```

BLOC COUPE_LONGITUDINALE
PORTEES_ 10.000 15.000 10.000
H_DALLE 0.750 FIXE
ABOUT GAUCHE 0.500 DROIT 0.500
FIN

BLOC COUPE_TRANSVERSALE
OPTION CHANFREINS SYMETRIQUES
ENCORBELLEMENTS H_ENCASTREMENT 0.400
BANDEAUX LARGEUR 1.000
FIN

BLOC GEOMETRIE_EN_PLAN
BIAIS 80.000
FIN

BLOC BOMBEMENT
PLAT GAUCHE 1.500 PLAT DROIT 1.500 PARABOLIQUE 3.000 HAUTEUR 0.050
FIN

BLOC VEHICULE_GENERALISE 100 "Vehicule SPECIAL"
LONGUEUR 10.00 LARGEUR 3.00 MAJORATION_DYNAMIQUE 1.50
ESSIEU_XL 1.00 POIDS 100.00 N_ROUES 2 E_ROUES 2.00 IMPACT_LONG 0.20 IMPACT_TRANS 0.20
ESSIEU_XL 9.00 POIDS 100.00 N_ROUES 2 E_ROUES 2.00 IMPACT_LONG 0.20 IMPACT_TRANS 0.20
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 100
PROFIL_TRANSVERSAL PROVISOIRE
CHAUSSEE BANDE_NEUTRALISEE TOUTES 1.0
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 200
PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF
CHAUSSEE BANDE_NEUTRALISEE TOUTES 0
TROTTOIR GAUCHE BANDE_NEUTRALISEE GAUCHE 0.2 DROITE 0.5
TROTTOIR DROIT BANDE_NEUTRALISEE GAUCHE 0.5 DROITE 0.2
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 300
PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF
CHAUSSEE BANDE_NEUTRALISEE GAUCHE 1 DROITE 1
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 100 REGLEMENT_EUROCODES
CHAUSSEE CLASSE 2
LM3 GENERALISE 100 RAPIDE SEUL
CHANTIER_23_M3 CHANTIER_34_M3
TROTTOIR TOUS
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 200 REGLEMENT_EUROCODES
CHAUSSEE CLASSE 2
LM1 LM2
TROTTOIR TOUS
CHARGE_UNIFORME_TROTTOIR TS_ACCIDENTEL_TROTTOIR
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 300 REGLEMENT_EUROCODES
CHAUSSEE CLASSE 2
LM3 CV_C2 RAPIDE SEUL
TROTTOIR TOUS
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES PROVISOIRE
ETANCHEITE EPAISSEUR 0.000
ENROBES EPAISSEUR 0.200
TROTTOIR GAUCHE EPAISSEUR 0.000
TROTTOIR DROIT EPAISSEUR 0.000
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES DEFINITIF
ETANCHEITE EPAISSEUR 0.030
ENROBES EPAISSEUR 0.080
TROTTOIR GAUCHE EPAISSEUR 0.030
TROTTOIR DROIT EPAISSEUR 0.030
BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR GAUCHE "Corniche gauche"
POIDS_LINEIQUE 10.00 LARGEUR 0.30 GAUCHE 0.15 K_MIN 0.800 K_MAX 1.200
BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR DROIT "Corniche droite"
POIDS_LINEIQUE 10.00 LARGEUR 0.30 DROITE 0.15 K_MIN 0.800 K_MAX 1.200
FIN

BLOC REMBLAI_TABLIER PROVISOIRE
HAUTEUR 0.500 MARSTON 0
FIN

BLOC REMBLAI_TABLIER DEFINITIF
HAUTEUR 0.000 MARSTON 0
FIN

BLOC EFFET_THERMIQUE "Effet thermique en phase Définitive"
UNIFORME_RAPIDE MAX 31.00 MIN -17.00
GRADIENT_POSITIF 12.00 NEGATIF -6.00
FIN

BLOC TASSEMENTS "Définition des Tassements des Appuis"
APPUI 1 PROBABLE 0.00 ALEATOIRE 0.01
APPUI 2 PROBABLE 0.00 ALEATOIRE 0.01
APPUI 3 PROBABLE 0.00 ALEATOIRE 0.01

```

```

APPUI 4 PROBABLE 0.00 ALEATOIRE 0.01
APPUI 5 PROBABLE 0.00 ALEATOIRE 0.01
FIN

BLOC BETON_STRUCTURE ""
FCK 35.00 CIMENT R SANS_SILICE RH 80
FIN

BLOC ACIER_PASSIF
LIMITE_ELASTIQUE 500.00 LOI_ELU ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ENROBAGES_BA
TABLIER TOUT 0.030
FIN

BLOC OUVERTURES_FISSURES
TABLIER TOUT 0.30
FIN

```

## 16 - Note de calculs commentée

On présente dans cette partie l'édition des principaux résultats une fois le calcul exécuté. Les résultats fournis à l'utilisateur sont restitués sous la forme d'un projet lié à l'ouvrage calculé : chaque projet est constitué d'une part par cette note de calcul principale qui constitue une synthèse de l'ensemble des calculs, et par ailleurs, pour avoir des informations plus détaillées sur les résultats, l'ensemble des fichiers de calculs et de résultats intermédiaires fournis par les différents modules de calculs est également disponible.

### 16.1 - Rappel des données

Le rappel des données est le 1<sup>er</sup> élément présenté dans la note de synthèse et correspond à l'édition des données telles que définies par l'utilisateur. Ce fichier est produit également par l'interface de saisie pour que l'utilisateur vérifie que les données correspondent bien à ce qu'il souhaite faire avant de demander un calcul au SETRA (quand il est généré par l'interface de saisie, il prend le nom du projet suivi de l'extension "\_RAP.txt").

```

PROGRAMME PSIDA

Version IHM : V3.01 - 5 Fév. 2010
Calcul      : 0001
Suffixe     : 0
Date       : 25/03/10
Heure      : 17:12:44

COMMANDITAIRE :

Societe    : ZZ
Responsable : YYY.

SETRA :

Responsable : Non Connu.

OUVRAGE : PSIDA en verification

Voie portee      : Voie Portee
Voie franchie    : vois Franchie
Maitre d'oeuvre  : Maitre Oeuvre
Maitre d'ouvrage : Maitre Ouvrage

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

Epaisseur de la dalle : 0.750  NON AUGMENTABLE

About gauche : 0.500
Travee 1     : 10.000
Travee 2     : 15.000
Travee 3     : 15.000
Travee 4     : 10.000
About droit  : 0.500

PROFIL TRANSVERSAL PROVISOIRE : Profil transversal PSIDA en phase de chantier

Berme gauche    : 1.000
Talus gauche    : 1.000
Chaussee        : 8.000  H Diff : 0.080  Beta : 30.000
Talus droit     : 1.000
Berme droite    : 1.000

PROFIL TRANSVERSAL DEFINITIF : Profil transversal PSIDA definitif

Trottoir gauche : 1.000  H Diff : 0.250  Beta : 45.000
Chaussee        : 10.000 H Diff : 0.080  Beta : 45.000

```



Trottoir droit : 1.000 H Diff : 0.250 Beta : 45.000

LARGEUR DU TABLIER : 12.000

BOMBEMENT DE L'EXTRADOS :

Plat a gauche : 1.500  
Raccordement parabolique : 3.000  
Plat a droite : 1.500  
Epaisseur : 0.0500  
Surepaisseur equivalente : 0.0217

COUPE TRANSVERSALE AVEC CHANFREINS SYMETRIQUES

Hauteur au bord : 0.400  
Largeur de la joue : 1.000

CARACTERISTIQUES DE LA DALLE CALCULEES PAR LE PROGRAMME (BOMBEMENT COMPRIS) :

Aire : 8.91000000  
Inertie : 0.43076814  
V : 0.37526001  
W : 0.39640666  
Rendement : 0.32500695  
Perimetre a l'air : 12.91896201

GEOMETRIE EN PLAN :

Biais : 80.00

REMBLAI SUR LE TABLIER EN PHASE PROVISOIRE :

Hauteur : 0.500  
Coeff. R de Marston : 0.000  
Angle de diffusion : 30.000  
Poids volumique : 20.000  
Coefficient k min : 0.900  
Coefficient k max : 1.100  
Coeff. K de Marston : 1.000 (calcule par le programme)

SUPERSTRUCTURES PROVISOIRES :

Enrobes : E : 0.200 Pv : 24.00 k1 : 0.800 k2 : 1.400

SUPERSTRUCTURES DEFINITIVES :

Chape : E : 0.030 Pv : 22.00 k1 : 0.800 k2 : 1.200  
Enrobes : E : 0.080 Pv : 24.00 k1 : 0.800 k2 : 1.400  
Trottoir gauche : E : 0.030 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000  
Trottoir droit : E : 0.030 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000

- Charge lineique trottoir gauche : Corniche gauche  
Y a gauche : 0.150 L : 0.300 Pl : 10.00 k1 : 0.800 k2 : 1.200

- Charge lineique trottoir droit : Corniche droite  
Y a droite : 0.150 L : 0.300 Pl : 10.00 k1 : 0.800 k2 : 1.200

BETON DE STRUCTURE :

Resistance a 28 j : 35.00  
Loi ELU : Loi parabole-rectangle  
Classe du ciment : Ciment R  
Silice : NON  
Humidite relative : 80.000  
Poids volumique : 25.000  
Coefficient k min : 1.000  
Coefficient k max : 1.000

ACIERS PASSIFS :

Limite elastique : 500.00  
Loi ELU : Loi elastoplastique

ENROBAGES :

Tablier : 0.030 m

OUVERTURES DES FISSURES :

Tablier : 0.30 mm

LIMITATION DES CONTRAINTES AUX ELS

Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques kcc : 0.600000  
Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques (fatigue) kcc : 0.600000  
Traction max. dans les aciers BA aux ELS caracteristiques (fatigue) Mpa : 300.00

DATES DE PHASAGE :

Decoffrage : 28.0 jours  
Mise en service provisoire : 28.0 jours  
Mise en service definitif : 28.0 jours

EFFETS THERMIQUES : Effet thermique en phase Definitive

Temperature de reference : 10.0  
Variation uniforme rapide max. : 31.0  
Variation uniforme rapide min. : -17.0

```

Gradient positif      : 12.0
Gradient negatif     : -6.0

TASSEMENTS : Définition des Tassements des Appuis

Appui PROBABLE ALEATOIRE

  1  0.000  0.010
  2  0.000  0.010
  3  0.000  0.010
  4  0.000  0.010
  5  0.000  0.010

VEHICULES GENERALISES :

-> Vehicule : 100 Vehicule SPECIAL

Largeur      : 3.000
Longueur     : 10.000
Coefficient dynamique : 1.500

          Xi  Poids  Nombre  Dist.  Impact  Impact
          Xi  Poids  roues  Roues  Long.  Trans.

Essieu : 1  1.000  100.00  2  2.000  0.200  0.200
Essieu : 2  9.000  100.00  2  2.000  0.200  0.200

PROFILS DE CHARGEMENT :

          Profil en !-----!
Numero  travers  Bn G  Bn D  Axe  d  !-- Trott. G --!  !-- Trott. D --!
          Bn G  Bn D

100  PROVISoire  1.000  1.000  0.000  0.000  0.000  0.000
200  DEFINITIF  0.000  0.000  0.200  0.500  0.500  0.200
300  DEFINITIF  1.000  1.000  0.000  0.000  0.000  0.000

AFFECTATION DES CHARGES :

-> Affectation : 1 Profil de chargement : 100 reglement EUROCODES

Classe chaussee : 2
Chaussee : Modele de charges LM3 generalise VS 100 SEUL RAPIDE
          Camion de chantier 23 m3
          Camion de chantier 34 m3

-> Affectation : 2 Profil de chargement : 200 reglement EUROCODES

Classe chaussee : 2
Chaussee : Modele de charges LM1
          Modele de charges LM2
Trottoir gauche : Charge de trottoir Eurocodes (3 kN / m2)
          Essieu accidentel de TS sur trottoir
Trottoir droit : Charge de trottoir Eurocodes (3 kN / m2)
          Essieu accidentel de TS sur trottoir

-> Affectation : 3 Profil de chargement : 300 reglement EUROCODES

Classe chaussee : 2
Chaussee : Modele de charges LM3 VS Vehicule R/EG C2 SEUL RAPIDE

MODIFICATIONS EXTRA-REGLEMENTAIRES : AUCUNE
    
```

## 16.2 - Synthèse de résultats de flexion longitudinale

### Travée équivalente

CARACTERISTIQUES EQUIVALENTES

- NOTE : la largeur equivalente Be n'est utilisee que pour le calcul du biais mecanique

Barre	M1	M2	x1	x2	L	Le	EIe	Be	Psi
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
TRAVEE_1	0.0000	5441.1	0.0000	8.9118	10.0000	8.9118	0.1468E+08	12.2530	82.5322
TRAVEE_2	13401.	11581.	2.0282	13.2144	15.0000	11.1862	0.1468E+08	12.2530	86.5105
TRAVEE_3	11581.	13401.	1.7856	12.9718	15.0000	11.1862	0.1468E+08	12.2530	86.5105
TRAVEE_4	5441.2	0.0000	1.0882	10.0000	10.0000	8.9118	0.1468E+08	12.2530	82.5322

Ce tableau récapitule le calcul de la travée équivalente conformément à l'annexe (méthode de calcul) selon la méthode des moments.

Les fichiers de données et de résultats ST1 correspondant sont fournis en 17.1 - Fichiers pour le calcul de la portée équivalente en fin de chapitre 4

La note de calcul principale fournit pour la traverse supérieure:

[1] Moment sous une charge p uniforme coté droit de la traverse

- [2] Moment sous une charge uniforme coté gauche de la traverse
- [3] Abscisse de moment nul sous la charge "p" coté droit
- [4] Abscisse de moment nul sous la charge "p" coté gauche
- [5] Longueur biaise géométrique de la traverse d'axe en axe des piédroits
- [6] Longueur biaise isostatique équivalente de la traverse
- [7] Rigidité équivalente de la traverse (flèche identique)

$$I_e = \frac{5}{384} \frac{p \cdot L_0^4}{E f_h}$$

- [8] Largeur de la dalle rectangulaire équivalente telle que :

$$I_{tot} = \frac{B_e \cdot H_d^3}{12} \quad \text{où } H_d \text{ est la hauteur de la nervure et } I_{tot} \text{ l'inertie totale de la section}$$

- [9] Biais mécanique :

$$\begin{cases} \psi = \varphi & \text{si } \eta \geq 2 \\ \psi = \varphi + \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \left(1 - \frac{\eta}{2}\right)^2 & \text{si } \eta < 2 \end{cases}$$

$$\eta = \frac{\text{largeur biaise géométrique}}{\text{longueur biaise géométrique}} = \frac{2b_b}{L_{0b}} \Leftrightarrow \eta = \frac{\text{largeur droite géométrique}}{\text{longueur droite géométrique}} = \frac{2b_d}{L_{0d}}$$

Les coefficients de répartition transversale Guyon sont fournis dans le fichier intermédiaire (17.2 - Fichiers des facteurs de coefficients transversaux Guyon, en fin du chapitre 4). Ce fichier fournit les coefficients de répartition transversale pour différentes fibres transversales sur le profil de l'ouvrage par type de charge.

Le fichier de calcul ST1 est fourni en 17.3 - Fichiers pour le calcul de la flexion longitudinale, en fin du chapitre 4, celui-ci détaille les différents cas de charges permanentes et d'exploitation, et les combinaisons détaillées.

## Effets des charges permanentes

PROFIL PROVISOIRE [1]: EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES [2]

- Moments flechissants extremes [3]

Barre [4]	Abscisse [5]		Poids propre [6]	Super- structures [7]	Enveloppe ch. perm. [8]
ABOUT_G	0.000	Min	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000	0.0000
ABOUT_G	0.250	Min	6.9609	3.4913	10.452
		Max	6.9609	4.7738	11.735
ABOUT_G	0.500	Min	27.844	13.965	41.809
		Max	27.844	19.095	46.939
TRAVEE_1	0.000	Min	27.844	13.965	41.809
		Max	27.844	19.095	46.939
TRAVEE_1	0.500	Min	-326.84	-224.14	-550.98
		Max	-326.84	-163.92	-490.76
TRAVEE_1	1.000	Min	-625.83	-429.19	-1055.0
		Max	-625.83	-313.88	-939.71
TRAVEE_1	1.500	Min	-869.13	-596.04	-1465.2
		Max	-869.13	-435.91	-1305.0
TRAVEE_1	2.000	Min	-1056.8	-724.71	-1781.5
		Max	-1056.8	-530.01	-1586.8
TRAVEE_1	2.500	Min	-1188.7	-815.19	-2003.9
		Max	-1188.7	-596.18	-1784.9
TRAVEE_1	3.000	Min	-1264.9	-867.47	-2132.4
		Max	-1264.9	-634.42	-1899.3
TRAVEE_1	3.500	Min	-1285.5	-881.57	-2167.1
		Max	-1285.5	-644.73	-1930.2
TRAVEE_1	4.000	Min	-1250.3	-857.48	-2107.8
		Max	-1250.3	-627.11	-1877.5
TRAVEE_1	4.500	Min	-1159.5	-795.19	-1954.7
		Max	-1159.5	-581.56	-1741.1
TRAVEE_1	5.000	Min	-1013.0	-694.72	-1707.7
		Max	-1013.0	-508.08	-1521.1
TRAVEE_1	5.500	Min	-810.83	-556.06	-1366.9
		Max	-810.83	-406.67	-1217.5
...					
TRAVEE_1	10.000	Min	3514.8	1762.9	5277.7
		Max	3514.8	2410.5	5925.3
TRAVEE_2	0.000	Min	3514.9	1762.9	5277.7
		Max	3514.9	2410.5	5925.3
...					
TRAVEE_2	4.500	Max	-935.63	-469.27	-1404.9
		Min	-1449.8	-994.29	-2444.1
		Max	-1449.8	-727.17	-2177.0
TRAVEE_2	5.250	Min	-1838.8	-1261.0	-3099.8
		Max	-1838.8	-922.22	-2761.0
TRAVEE_2	6.000	Min	-2102.4	-1441.8	-3544.2
		Max	-2102.4	-1054.4	-3156.8
TRAVEE_2	6.750	Min	-2240.7	-1536.6	-3777.3
		Max	-2240.7	-1123.8	-3364.5
TRAVEE_2	7.500	Min	-2253.7	-1545.6	-3799.3
		Max	-2253.7	-1130.3	-3384.0
TRAVEE_2	8.250	Min	-2141.4	-1468.6	-3610.0
		Max	-2141.4	-1074.0	-3215.5
...					
TRAVEE_2	15.000	Min	4507.4	2260.7	6768.1
		Max	4507.4	3091.1	7598.5
TRAVEE_3	0.000	Min	4507.4	2260.7	6768.1
		Max	4507.4	3091.1	7598.6
...					
TRAVEE_4	0.000	Min	3514.9	1762.9	5277.7
		Max	3514.9	2410.5	5925.3
...					
ABOUT_D	0.000	Min	27.844	13.965	41.809
		Max	27.844	19.095	46.939
...					

PROFIL DEFINITIF [1]: EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES

PROFIL DEFINITIF : EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES

- Moments flechissants extremes

Barre	Abscisse	Poids propre	Super-structures	Enveloppe ch. perm.
ABOUT_G	0.000	Min	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000
ABOUT_G	0.250	Min	6.9609	1.2230
		Max	6.9609	1.9320
ABOUT_G	0.500	Min	27.844	4.8920
		Max	27.844	7.7280
TRAVEE_1	0.000	Min	27.844	4.8920
		Max	27.844	7.7280

...  
Lignes supprimées  
...

Ces tableaux récapitulent les efforts de flexion longitudinale des charges permanentes pour l'ensemble des sections des différentes parties d'ouvrages. A noter que trois études sont menées en examinant les concomitances en prenant comme pivot soit le moment, soit l'effort tranchant, soit l'effort normal.

- [1] 2 profils possibles: profil définitif (phase d'exploitation finale de l'ouvrage sur profil en travers définitif) et profil provisoire (phase d'exploitation avec engin de chantier sur profil en travers provisoire). Le profil définitif est toujours défini.
- [2] Les efforts sont les charges permanentes pondérés.
- [3] La note de synthèse récapitule uniquement les moments extrêmes (maximum et minimum) des différentes charges permanentes.
- [4] Partie d'ouvrage étudiée
- [5] Abscisse absolue le long de la partie d'ouvrage
- [6] Effets du poids propre
- [7] Effets des superstructures
- [8] Effets enveloppe des charges permanentes = [6]+[7]

## Effets aux ELS

PROFIL PROVISOIRE : EFFORTS A L'ELS FREQUENT [1]

- Moments fléchissants extrêmes

- Moments fléchissants extrêmes

Tassements aléatoires RHO 1 : 0.000 [2]  
Enveloppe thermique PSI 1 : 0.600 [4]  
Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500 [5]

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Tassements probables	Enveloppe thermique	Q frequent compat.T	Q frequent incompat.T	ELS frequ.
[7]	[8]	[9]	[10]	[12]	[13]	[14]	[16]
ABOUT_G	0.500	Min	41.809	0.0000	0.0000	0.0000	41.809
		Max	46.939	0.0000	0.0000	105.79	0.0000
TRAVEE_1	0.000	Min	41.809	0.0000	0.0000	-0.85799E-01	41.723
		Max	46.939	0.0000	0.0000	105.78	0.0000
TRAVEE_2	0.000	Min	5277.7	0.0000	-2819.9	-423.93	3443.9
		Max	5925.3	0.0000	1409.9	2183.6	0.0000

...  
Lignes supprimées  
...

PROFIL DEFINITIF : EFFORTS A L'ELS FREQUENT

- Moments flechissants extremes

Tassements aléatoires RHO 1 : 0.000  
 Enveloppe thermique PSI 1 : 0.600  
 Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Tassements probables	Enveloppe thermique	Q frequent compat.T	Q frequent incompat.T	ELS frequ.
TRAVEE_1	0.000 Min	32.736	0.0000	0.0000	-.83838E-01	-.40846E-01	32.652
	Max	35.572	0.0000	0.0000	105.12	78.625	140.69

PROFIL PROVISOIRE : EFFORTS A L'ELS CARACTERISTIQUE

- Moments flechissants extremes

Tassements aleatoires RHO 0 : 1.000 [3]  
 Enveloppe thermique PSI 0 : 0.600 [6]

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Tassements probables	Tassements aleatoires	Enveloppe thermique	Q caract. compat.T	Q caract. incompat.T	Q combinaison	ELS caract.
[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]
TRAVEE_2	0.000 Min	5277.7	0.0000	-1870.9	-2819.9	-423.93	0.0000	0.0000	586.98
	Max	5925.3	0.0000	1870.9	1409.9	2183.6	0.0000	0.0000	10826.

PROFIL DEFINITIF : EFFORTS A L'ELS CARACTERISTIQUE

- Moments flechissants extremes

Tassements aleatoires RHO 0 : 1.000  
 Enveloppe thermique PSI 0 : 0.600

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Tassements probables	Tassements aleatoires	Enveloppe thermique	Q caract. compat.T	Q caract. incompat.T	Q combinaison	ELS caract.
TRAVEE_2	0.000 Min	4132.4	0.0000	-1870.9	-2819.9	-663.14	-215.18	-443.90	-1002.3
	Max	4490.4	0.0000	1870.9	1409.9	2834.2	823.01	1819.0	10042.

- [1] Etats Limites de Service fréquents ou caractéristiques
- [2] Coefficient de combinaison des valeurs fréquentes de tassement aléatoire  $T_a$
- [3] Coefficient de combinaison (en caractéristiques) de tassement aléatoire  $T_a$
- [4] Coefficient de combinaison des valeurs fréquentes de l'effet thermique  $T_k$ .
- [5] Coefficient de combinaison des valeurs quasi permanentes de l'effet thermique  $T_k$ .
- [6] Coefficient de combinaison (en caractéristiques) de l'effet thermique  $T_k$ .
- [7] Partie d'ouvrage étudiée
- [8] Abscisse absolue le long de la partie d'ouvrage
- [9] Enveloppes ELS des effets des charges permanentes  $G_k$
- [10] Tassements d'appuis probable  $T_p$
- [11] Tassements d'appuis aléatoire  $T_a$
- [12] Enveloppes ELS des effets thermiques  $T_k$
- [13] Enveloppes ELS des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  compatibles avec la température  $T_k$  (LM1,...)
- [14] Enveloppes ELS des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  incompatibles avec la température  $T_k$  (LM2)
- [15] Enveloppes ELS des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  de combinaison pour l'ELS caractéristique des autres effets (Par exemple en accompagnement de la température  $T_k$ )
- [16] Enveloppes totales ELS

fréquent ( [9]+[10]+max(psi1\*[12],psi2\*[12]+[13] ;[14])

caractéristique ( [9]+[10]+[11]+max( [12]+[15],psi2\*[12]+[13] ;[14])

## Effets aux ELU

PROFIL PROVISOIRE : EFFORTS A L'ELU FONDAMENTAL [1]

- Moments flechissants extremes [2]

Charges permanentes GAMMA : 1.350 [3]  
 Tassements probables GAMMA \* DZETA : 0.000 [4]  
 Tassements aleatoires GAMMA \* DZETA : 0.000 [5]  
 Enveloppe thermique GAMMA \* DZETA : 0.000 [6]  
 Enveloppe thermique GAMMA \* DZETA \* PSI 0 : 0.000 [7]  
 Q combinaison GAMMA : 1.350 [8]

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Q ultime compat.T	Q ultime incompat.T	Q combinaison	ELU fond.
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
TRAVEE_2	0.000 Min	5277.7	-550.87	0.0000	0.0000	4726.9
	Max	5925.3	2852.7	0.0000	0.0000	10852.

PROFIL PROVISOIRE : EFFORTS A L'ELU FONDAMENTAL

- Efforts tranchants extremes [2]

Charges permanentes GAMMA : 1.350  
 Enveloppe thermique GAMMA \* DZETA : 0.000  
 Enveloppe thermique GAMMA \* DZETA \* PSI 0 : 0.000  
 Q combinaison GAMMA : 1.350

Barre	Abscisse	Enveloppe ch. perm.	Q ultime compat.T	Q ultime incompat.T	Q combinaison	ELU fond.
TRAVEE_2	0.000 Min	2409.2	-159.22	0.0000	0.0000	2249.9
	Max	2704.8	1519.0	0.0000	0.0000	5170.4

PROFIL DEFINITIF : EFFORTS A L'ELU FONDAMENTAL

- Moments flechissants extremes

Lignes supprimées

PROFIL DEFINITIF : EFFORTS A L'ELU FONDAMENTAL

- Efforts tranchants extremes

Lignes supprimées

Ces tableaux récapitulent les efforts de flexion longitudinale pour :

- [1] Etat Limite Ultime Fondamental
- [2] Etudes des moments fléchissants extrêmes et des efforts tranchants extrêmes.
- [3] Coefficient de combinaison ELU des tassements probables  $T_p$ .
- [4] Coefficient de combinaison ELU des tassements aléatoires  $T_a$ .
- [5] PSI\_0(0,6) : Coefficient de combinaison fréquente de l'effet thermique  $T_k$
- [6] Coefficient GAMMA (1,5) de combinaison ELU de l'effet thermique  $T_k$  et prise en compte DZETA (0) du thermique à l'ELU
- [7] PSI\_0(0,6) : Coefficient de combinaison fréquente de l'effet thermique  $T_k$
- [8] Coefficient GAMMA (1,35) de combinaison ELU de l'effet des charges d'exploitation  $Q_k$
- [9] Partie d'ouvrage
- [10] Abscisse d'étude le long de la partie d'ouvrage
- [11] Enveloppes ELU des effets des charges permanentes  $G_k$

- [12] Enveloppes ELU des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  compatibles avec la température  $T_k$  (LM1,...)
- [13] Enveloppes ELU des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  incompatibles avec la température  $T_k$  (LM2,...)
- [14] Enveloppes ELU des effets des charges d'exploitation  $Q_k$  de combinaison (avec  $T_k$ )
- [15] Enveloppes ELU fondamentales  
 [15]défavorable =  $1,35 \times [11] + \min([12]; [13])$   
 [15]favorable =  $1,00 \times [11] + \max([12]; [13])$

## Effets des charges d'exploitation

PROFIL PROVISOIRE : ENVELOPPES PREDEFINIES DE CHARGES D'EXPLOITATION [1]

- Moments flechissants extremes

Enveloppes de tous les types de charges semblables

Barre [2]	Abscisse [3]	23M3-34M3 frequent [4]	23M3-34M3 caract. [5]	23M3-34M3 ultime [6]	LM3 VS seul frequent [7]	LM3 VS seul caract. [8]	LM3 VS seul ultime [9]			
...										
Lignes supprimées										
TRAVEE_2	0.000	Min -423.93	-423.93	-550.87	-99.530	-99.530	-129.74			
		Max 2183.6	2183.6	2852.7	451.05	451.05	586.91			
...										
Lignes supprimées										
Barre [2]	Abscisse [3]	LM1 frequent [10]	LM1 caract. [11]	LM1 combinaison [12]	LM1 ultime [13]	LM2 frequent [14]	LM2 caract. [15]	LM2 ultime [16]	LM3 VS seul frequent [17]	
...										
Lignes supprimées										
Barre [2]	Abscisse [3]	LM3 VS seul caract. [18]	LM3 VS seul ultime [19]	Militaires caract. [20]	Militaires ultime [21]					
...										
Lignes supprimées										

Ces tableaux récapitulent :

- [1] Effets des charges d'exploitation seules
- [2] Partie d'ouvrage.
- [3] Abscisse d'étude le long de la partie d'ouvrage.
- [4] [5] [6] Engins de chantiers fréquent, caractéristique et ultime
- [7] [8] [9] Convois exceptionnel LM3 seul fréquent, caractéristique et ultime
- [10][11][12][13] Charges civiles LM1 fréquente, caractéristique, de combinaison et ultime
- [14] [15] [16] Charge d'essieu LM2 fréquente, caractéristique et ultime
- [17] [18] [19] Convois exceptionnel LM3 avec LM1 fréquent, caractéristique et ultime
- [20] [21] Convois militaire caractéristique et ultime

## 16.3 - Flexion transversale

MOMENTS FLECHISSANTS MY EXTREMES APRES FISSURATION CALCULES SUIVANT L'ANNEXE 12 DU BPEL

[1]	[2] [3]	[4]	[5]	[6]	[7]
		M_AFF	My	Mx	
TRAVEE_1	CARA Min	-3.0474	-2.8568	-6.8560	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_1	CARA Max	288.10	114.89	435.08	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_1	FREQ Min	-2.6592	-2.4929	0.0000	"LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF"
TRAVEE_1	FREQ Max	276.37	127.52	368.87	"Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_1	ULTI Min	-76.952	-72.139	-8.1844	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_1	ULTI Max	257.01	61.262	503.73	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_1	ACCI Min	-7.1610	-6.7131	0.0000	"TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_1	ACCI Max	131.18	40.075	232.42	"TS trottoir trans. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF"



TRAVEE_2	CARA Min	-2.8415	-2.4349	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_2	CARA Max	351.18	159.72	588.10	"Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_2	FREQ Min	-2.4441	-2.0943	0.0000	"LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF"
TRAVEE_2	FREQ Max	351.18	159.72	588.10	"Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_2	ULTI Min	-109.86	-94.142	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_2	ULTI Max	277.05	64.403	720.52	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_2	ACCI Min	-7.2253	-6.1912	0.0000	"TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_2	ACCI Max	169.86	50.025	397.87	"TS trottoir trans. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_3	CARA Min	-2.8415	-2.4349	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_3	CARA Max	351.18	159.72	588.10	"Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_3	FREQ Min	-2.4441	-2.0943	0.0000	"LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF"
TRAVEE_3	FREQ Max	351.18	159.72	588.10	"Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_3	ULTI Min	-109.86	-94.142	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_3	ULTI Max	277.05	64.403	720.51	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_3	ACCI Min	-7.2253	-6.1912	0.0000	"TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_3	ACCI Max	169.86	50.025	397.87	"TS trottoir trans. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	CARA Min	-3.0474	-2.8568	-6.8548	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	CARA Max	288.16	114.89	435.23	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	FREQ Min	-2.6592	-2.4929	0.0000	"LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF"
TRAVEE_4	FREQ Max	276.37	127.52	368.87	"Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV"
TRAVEE_4	ULTI Min	-76.952	-72.138	-8.1840	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	ULTI Max	257.08	61.262	503.92	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	ACCI Min	-7.1610	-6.7131	0.0000	"TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
TRAVEE_4	ACCI Max	131.19	40.074	232.44	"TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
ENCORB_D	CARA Min	-15.952	-14.954	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
ENCORB_D	CARA Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_D	FREQ Min	-15.360	-14.399	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) frequent AFF 2 profil DEF"
ENCORB_D	FREQ Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_D	ULTI Min	-21.500	-20.155	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
ENCORB_D	ULTI Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_D	ACCI Min	-40.727	-38.180	0.0000	"TS trottoir long. a droite accidentel AFF 2 profil DEF"
ENCORB_D	ACCI Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_G	CARA Min	-15.952	-14.954	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF"
ENCORB_G	CARA Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_G	FREQ Min	-15.360	-14.399	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) frequent AFF 2 profil DEF"
ENCORB_G	FREQ Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_G	ULTI Min	-21.500	-20.155	0.0000	"LM1 et trottoirs (grla) ultime AFF 2 profil DEF"
ENCORB_G	ULTI Max	0.0000	0.0000	0.0000	""
ENCORB_G	ACCI Min	-40.727	-38.180	0.0000	"TS trottoir long. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF"
ENCORB_G	ACCI Max	0.0000	0.0000	0.0000	""

Ce tableau récapitule les efforts de flexion transversale dans la direction des aciers en travée au ml en application de l'annexe 12 du BPEL :

- [1] Partie d'ouvrage: travée ou encastrement de l'encorbellement
- [2] Combinaison.
- [3] Effet maximum ou minimum
- [4] Valeur de la flexion transversale après fissuration selon la direction de l'acier
- [5] Valeur de l'effet selon la direction transversale (Guyon)
- [6] Valeur de l'effet selon la direction longitudinale (ST1)
- [7] Intitulé du cas de charge dimensionnant

À noter que les efforts de flexion transversale de Guyon sont fournis dans les fichiers intermédiaires (Cf. 17.4 - Fichiers des efforts de flexion transversale Guyon, en fin de chapitre 4) tandis que les efforts de flexion longitudinale sont ceux issus du calcul de flexion ST1 tels que présentés dans la note de synthèse. Des valeurs plus détaillées sont fournies dans les fichiers bruts de sortie de ST1 de type "\*\_STM.txt"(concomitance au moment de flexion extrêmes).

On notera que les efforts de flexion longitudinale issus de ST1 sont surévalués car ils sont calculés dans la direction biaise géométrique et non dans la direction biaise mécanique, ce qui tend à surévaluer pour les ponts biais l'effort de flexion transversale dans la direction des aciers transversaux. Par ailleurs, les efforts des fibres les plus sollicitées sont issus de la flexion longitudinale et transversale est retenue alors qu'il ne s'agit pas du

même point d'étude (seulement même abscisse longitudinale). Ce calcul est donc adéquat pour dimensionner un ouvrage, mais sévère pour une vérification d'un ouvrage existant.

On se reportera au paragraphe "Calcul des efforts dans les directions de ferrailage pour les ouvrages en BA (flexion simple) (Annexe 12A du BPEL)" du document méthodologique pour le calcul du moment dans la direction des aciers.

## 16.4 - Flèches à vide

FLECHES A VIDE A L'INFINI (LES FLECHES RELATIVES SONT LES FLECHES PAR RAPPORT A LA DROITE JOIGNANT LES DEUX APPUIS ENCADRANTS)

(LE PROFIL PROVISOIRE EST DONNE POUR INFORMATION)

Barre	Abscisse [2]	PROFIL DEFINITIF [1]		PROFIL PROVISOIRE [1]	
		Fleches absolues [3]	Fleches relatives [4]	Fleches absolues [3]	Fleches relatives [4]

FLECHES A VIDE A L'INFINI (LES FLECHES RELATIVES SONT LES FLECHES PAR RAPPORT A LA DROITE JOIGNANT LES DEUX APPUIS ENCADRANTS)

(LE PROFIL PROVISOIRE EST DONNE POUR INFORMATION)

Barre	Abscisse	PROFIL DEFINITIF		PROFIL PROVISOIRE	
		Fleches absolues	Fleches relatives	Fleches absolues	Fleches relatives
TRAVEE_1	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TRAVEE_1	0.500	-0.0004	-0.0004	-0.0005	-0.0005
TRAVEE_1	1.000	-0.0008	-0.0008	-0.0010	-0.0010
TRAVEE_1	1.500	-0.0012	-0.0012	-0.0015	-0.0015
TRAVEE_1	2.000	-0.0015	-0.0015	-0.0019	-0.0019
TRAVEE_1	2.500	-0.0017	-0.0017	-0.0022	-0.0022
TRAVEE_1	3.000	-0.0018	-0.0018	-0.0024	-0.0024
TRAVEE_1	3.500	-0.0019	-0.0019	-0.0025	-0.0025
TRAVEE_1	4.000	-0.0019	-0.0019	-0.0025	-0.0025
TRAVEE_1	4.500	-0.0019	-0.0019	-0.0024	-0.0024
TRAVEE_1	5.000	-0.0017	-0.0017	-0.0022	-0.0022
TRAVEE_1	5.500	-0.0015	-0.0015	-0.0019	-0.0019
TRAVEE_1	6.000	-0.0012	-0.0012	-0.0016	-0.0016
TRAVEE_1	6.500	-0.0009	-0.0009	-0.0012	-0.0012
TRAVEE_1	7.000	-0.0006	-0.0006	-0.0008	-0.0008
TRAVEE_1	7.500	-0.0003	-0.0003	-0.0004	-0.0004
TRAVEE_1	8.000	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
TRAVEE_1	8.500	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
TRAVEE_1	9.000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
TRAVEE_1	9.500	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
TRAVEE_1	10.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TRAVEE_2	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TRAVEE_2	0.750	-0.0007	-0.0007	-0.0009	-0.0009
TRAVEE_2	1.500	-0.0017	-0.0017	-0.0022	-0.0022
TRAVEE_2	2.250	-0.0029	-0.0029	-0.0038	-0.0038
TRAVEE_2	3.000	-0.0042	-0.0042	-0.0054	-0.0054
TRAVEE_2	3.750	-0.0054	-0.0054	-0.0070	-0.0070
TRAVEE_2	4.500	-0.0065	-0.0065	-0.0084	-0.0084
TRAVEE_2	5.250	-0.0074	-0.0074	-0.0096	-0.0096
TRAVEE_2	6.000	-0.0081	-0.0081	-0.0104	-0.0104
TRAVEE_2	6.750	-0.0084	-0.0084	-0.0109	-0.0109
TRAVEE_2	7.500	-0.0085	-0.0085	-0.0110	-0.0110
TRAVEE_2	8.250	-0.0082	-0.0082	-0.0106	-0.0106
TRAVEE_2	9.000	-0.0076	-0.0076	-0.0099	-0.0099
TRAVEE_2	9.750	-0.0068	-0.0068	-0.0088	-0.0088
TRAVEE_2	10.500	-0.0057	-0.0057	-0.0074	-0.0074
TRAVEE_2	11.250	-0.0045	-0.0045	-0.0059	-0.0059
TRAVEE_2	12.000	-0.0033	-0.0033	-0.0043	-0.0043
TRAVEE_2	12.750	-0.0021	-0.0021	-0.0027	-0.0027
TRAVEE_2	13.500	-0.0010	-0.0010	-0.0013	-0.0013
TRAVEE_2	14.250	-0.0003	-0.0003	-0.0004	-0.0004
TRAVEE_2	15.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TRAVEE_3	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
...					
Lignes supprimées					
...					
TRAVEE_4	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
...					
Lignes supprimées					
...					

Ce tableau récapitule les flèches moyennes (nominales) de la traverse sous charges permanentes :

- [1] Profil de circulation provisoire ou définitif
- [2] Abscisse longitudinale absolue.
- [3] Flèche absolue
- [4] Flèche relative

## 16.5 - Réactions et rotations par ligne d'appuis

Ce tableau récapitule les réactions et les rotations par ligne d'appuis des composantes de charges permanentes et variables nécessaire au calcul des lignes d'appuis:

- [1] Profil provisoire ou définitif
- [2] Combinaison d'Etat limite
- [3] Groupe de charge
- [4] Ligne d'appui
- [5] Réactions par groupe de charge
- [6] Rotations par groupe de charge (10<sup>e</sup>-3.rad)

PROFIL PROVISOIRE [1] : REACTIONS ET ROTATIONS (MILLI-RADIANS) EXTREMES DU TABLIER SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS

- ELS QUASI PERMANENT [2]

		[3] Charges permanentes		Thermique quasi perm.	
		Fy	Rz	Fy	Rz
		[5]	[6]	[5]	[6]
[4] APPUI_1	Min	1316.0	-1.1474	-70.497	-.11434
	Max	1477.5	-1.0220	140.99	0.22869
APPUI_2	Min	4605.1	-.85489	-167.85	-.68606E-01
	Max	5170.2	-.76146	83.925	0.34303E-01
APPUI_3	Min	5215.8	-.26888E-12	-26.856	-.34249E-17
	Max	5855.7	-.23942E-12	53.712	0.68498E-17
APPUI_4	Min	4605.1	0.76146	-167.85	-.34303E-01
	Max	5170.2	0.85489	83.925	0.68606E-01
APPUI_5	Min	1316.0	1.0220	-70.497	-.22869
	Max	1477.5	1.1474	140.99	0.11434

- ELS FREQUENT

		Charges permanentes		Thermique quasi perm.		23M3-34M3		LM3 VS rapides	
		Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz
APPUI_1	Min	1316.0	-1.1474	-70.497	-.11434	-125.22	-.25952	-28.638	-.52219E-01
	Max	1477.5	-1.0220	140.99	0.22869	727.08	0.14208	161.79	0.32503E-01
APPUI_2	Min	4605.1	-.85489	-167.85	-.68606E-01	-126.61	-.28417	-28.882	-.65009E-01
	Max	5170.2	-.76146	83.925	0.34303E-01	1179.3	0.18178	253.69	0.36560E-01

...  
Lignes supprimées  
...

- ELS CARACTERISTIQUE

		Charges permanentes		Thermique frequent		23M3-34M3		LM3 VS rapides	
		Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz
APPUI_1	Min	1128.9	-3.7670	-84.596	-.13721	-125.22	-.25952	-28.638	-.52219E-01
	Max	1664.6	1.5976	169.19	0.27443	727.08	0.14208	161.79	0.32503E-01

...  
Lignes supprimées  
...

- ELU FONDAMENTAL

		Charges permanentes		Thermique combinaison		23M3-34M3		LM3 VS rapides	
		Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz	Fy	Rz
APPUI_1	Min	1316.0	-1.5490	0.0000	0.0000	-169.04	-.35035	-38.661	-.70495E-01
	Max	1994.6	-1.0220	0.0000	0.0000	981.55	0.19181	218.42	0.43879E-01

...  
Lignes supprimées  
...

## 16.6 - Déplacements horizontaux des effets différés des lignes d'appuis

Ce tableau récapitule les déplacements obtenus par les effets différés seuls (retrait et fluage uniquement) selon les lignes d'appuis en supposant l'appui 1 étant l'appui fixe et les autres appuis étant libres.

- [1] Profil provisoire ou définitif
- [2] Ligne d'appui
- [3] Déplacement horizontal de l'ouvrage par rapport à la 1ere ligne d'appui

DEPLACEMENTS HORIZONTAUX DU TABLIER SUR APPUIS ENTRE LE DECOFFRAGE ET L'INFINI (RETRAIT ET FLUAGE SEULS)

Profil [1]	Provisoire	Definitif
[2]	[3]	[3]
APPUI_1	0.0000	0.0000
APPUI_2	-.24939E-02	-.24939E-02
APPUI_3	-.62347E-02	-.62347E-02
APPUI_4	-.99756E-02	-.99756E-02
APPUI_5	-.12469E-01	-.12469E-01

## 16.7 - Vérinage par ligne d'appuis

Ce tableau récapitule les sollicitations de flexion longitudinale sous l'effet du verinage d'une ligne d'appui de 1cm.

- [1] Travée concernée
- [2] Abscisse absolue le long de la travee concernée
- [3] Ligne d'appui verinée

MOMENTS FLECHISSANTS DANS LE TABLIER ENGENDRES PAR UN VERINAGE D'APPUI DE 1 CM (MODULE INSTANTANE)

Barre [1]	Abscisse [2]	APPUI_1 [3]	APPUI_2 [3]	APPUI_3 [3]	APPUI_4 [3]	APPUI_5 [3]
TRAVEE_1	0.000	0.20236E-09	0.18190E-11	-.68212E-12	0.34106E-12	-.42633E-13
TRAVEE_1	0.500	-95.848	177.02	-103.62	30.222	-7.7714
TRAVEE_1	1.000	-191.70	354.03	-207.24	60.444	-15.543
TRAVEE_1	1.500	-287.54	531.05	-310.86	90.667	-23.314
TRAVEE_1	2.000	-383.39	708.06	-414.48	120.89	-31.086
TRAVEE_1	2.500	-479.24	885.08	-518.09	151.11	-38.857
TRAVEE_1	3.000	-575.09	1062.1	-621.71	181.33	-46.629
TRAVEE_1	3.500	-670.93	1239.1	-725.33	211.56	-54.400
TRAVEE_1	4.000	-766.78	1416.1	-828.95	241.78	-62.171
TRAVEE_1	4.500	-862.63	1593.1	-932.57	272.00	-69.943
TRAVEE_1	5.000	-958.48	1770.2	-1036.2	302.22	-77.714
TRAVEE_1	5.500	-1054.3	1947.2	-1139.8	332.44	-85.486
TRAVEE_1	6.000	-1150.2	2124.2	-1243.4	362.67	-93.257
TRAVEE_1	6.500	-1246.0	2301.2	-1347.0	392.89	-101.03
TRAVEE_1	7.000	-1341.9	2478.2	-1450.7	423.11	-108.80
TRAVEE_1	7.500	-1437.7	2655.2	-1554.3	453.33	-116.57
TRAVEE_1	8.000	-1533.6	2832.3	-1657.9	483.56	-124.34
TRAVEE_1	8.500	-1629.4	3009.3	-1761.5	513.78	-132.11
TRAVEE_1	9.000	-1725.3	3186.3	-1865.1	544.00	-139.89
TRAVEE_1	9.500	-1821.1	3363.3	-1968.8	574.22	-147.66
TRAVEE_1	10.000	-1916.9	3540.3	-2072.4	604.44	-155.43
TRAVEE_2	0.000	-1917.0	3540.3	-2072.4	604.44	-155.43
TRAVEE_2	0.750	-1795.2	3262.6	-1819.1	473.48	-121.75
TRAVEE_2	1.500	-1673.4	2984.8	-1565.8	342.52	-88.076
...						
Lignes supprimées						
...						

## 16.8 - Lignes d'influence pour calcul d'épreuve

Ce tableau récapitule les lignes d'influence des moments à mi travée et sur appuis (Aucune pondération n'est incluse, c'est-à-dire sans facteur de répartition transversale).

- [1] Travée concernée
- [2] Abscisse absolue le long de la travee concernée
- [3] Section d'étude concernée :mi travée ou appui

LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS EN MILIEU DE TRAVEES

Barre [1]	Abscisse [2]	Mi travée 1 [3]	Mi travée 2 [3]	Mi travée 3 [3]	Mi travée 4 [3]
TRAVEE_1	0.000	0.68006E-09	0.49626E-09	-.12866E-09	0.55140E-10
TRAVEE_1	0.500	-.19572	0.39607E-01	-.10268E-01	0.44007E-02
TRAVEE_1	1.000	-.39226	0.78618E-01	-.20382E-01	0.87353E-02

TRAVEE_1	1.500	-.59044	0.11644	-.30187E-01	0.12937E-01
TRAVEE_1	2.000	-.79106	0.15247	-.39529E-01	0.16941E-01
TRAVEE_1	2.500	-.99494	0.18612	-.48254E-01	0.20680E-01
TRAVEE_1	3.000	-1.2029	0.21679	-.56206E-01	0.24088E-01
TRAVEE_1	3.500	-1.4158	0.24389	-.63232E-01	0.27099E-01
TRAVEE_1	4.000	-1.6344	0.26682	-.69176E-01	0.29647E-01
TRAVEE_1	4.500	-1.8595	0.28499	-.73886E-01	0.31665E-01
TRAVEE_1	5.000	-2.0919	0.29779	-.77206E-01	0.33088E-01
TRAVEE_1	5.500	-1.8325	0.30464	-.78982E-01	0.33849E-01
TRAVEE_1	6.000	-1.5821	0.30494	-.79059E-01	0.33882E-01
TRAVEE_1	6.500	-1.3415	0.29809	-.77283E-01	0.33121E-01
TRAVEE_1	7.000	-1.1115	0.28350	-.73500E-01	0.31500E-01
TRAVEE_1	7.500	-.89292	0.26057	-.67555E-01	0.28952E-01
TRAVEE_1	8.000	-.68659	0.22871	-.59294E-01	0.25412E-01
TRAVEE_1	8.500	-.49331	0.18731	-.48562E-01	0.20812E-01
TRAVEE_1	9.000	-.31391	0.13579	-.35206E-01	0.15088E-01
TRAVEE_1	9.500	-.14920	0.73555E-01	-.19070E-01	0.81728E-02
TRAVEE_1	10.000	-.28248E-05	0.15877E-05	-.41126E-06	0.17626E-06
TRAVEE_2	0.000	-.12560E-08	-.54119E-09	0.50035E-09	-.21443E-09
TRAVEE_2	0.750	0.19379	-.13249	0.34106E-01	-.14617E-01
TRAVEE_2	1.500	0.35318	-.29160	0.73654E-01	-.31566E-01

...  
Lignes supprimées  
...

LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS SUR APPUIS

Barre	Abscisse	- Appui 2 -	- Appui 3 -	- Appui 4 -
TRAVEE_1	0.000	0.13601E-08	-.36760E-09	0.11028E-09
TRAVEE_1	0.500	0.10855	-.29338E-01	0.88015E-02
TRAVEE_1	1.000	0.21547	-.58235E-01	0.17471E-01
TRAVEE_1	1.500	0.31913	-.86250E-01	0.25875E-01
TRAVEE_1	2.000	0.41788	-.11294	0.33882E-01
TRAVEE_1	2.500	0.51011	-.13787	0.41360E-01
TRAVEE_1	3.000	0.59418	-.16059	0.48176E-01
TRAVEE_1	3.500	0.66845	-.18066	0.54199E-01
TRAVEE_1	4.000	0.73129	-.19765	0.59294E-01
TRAVEE_1	4.500	0.78108	-.21110	0.63331E-01
TRAVEE_1	5.000	0.81618	-.22059	0.66176E-01
TRAVEE_1	5.500	0.83495	-.22566	0.67699E-01
TRAVEE_1	6.000	0.83576	-.22588	0.67765E-01
TRAVEE_1	6.500	0.81699	-.22081	0.66243E-01
TRAVEE_1	7.000	0.77700	-.21000	0.63000E-01
TRAVEE_1	7.500	0.71415	-.19301	0.57904E-01
TRAVEE_1	8.000	0.62682	-.16941	0.50824E-01
TRAVEE_1	8.500	0.51337	-.13875	0.41625E-01
TRAVEE_1	9.000	0.37218	-.10059	0.30176E-01
TRAVEE_1	9.500	0.20160	-.54485E-01	0.16346E-01
TRAVEE_1	10.000	0.43504E-05	-.11750E-05	0.35251E-06
TRAVEE_2	0.000	-.25119E-08	0.14296E-08	-.42887E-09
TRAVEE_2	0.750	0.38758	0.97445E-01	-.29233E-01

...  
Lignes supprimées  
...

Ce tableau récapitule les ligne d'influence des réactions d'appuis (sans facteur de répartition transversale).

- [1] Travée concernée
- [2] Abscisse absolue le long de la travée concernée
- [3] Ligne d'appui concernée

LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS D'APPUIS

Barre [1]	Abscisse [2]	- Appui 1 - [3]	- Appui 2 - [3]	- Appui 3 - [3]	- Appui 4 - [3]	- Appui 5 - [3]
TRAVEE_1	0.000	1.0000	0.25119E-09	-.14704E-09	0.42887E-10	-.11028E-10
TRAVEE_1	0.500	0.93914	0.70048E-01	-.11735E-01	0.34228E-02	-.88015E-03
TRAVEE_1	1.000	0.87845	0.13979	-.23294E-01	0.67941E-02	-.17471E-02
TRAVEE_1	1.500	0.81809	0.20894	-.34500E-01	0.10062E-01	-.25875E-02
TRAVEE_1	2.000	0.75821	0.27718	-.45176E-01	0.13176E-01	-.33882E-02
TRAVEE_1	2.500	0.69899	0.34421	-.55147E-01	0.16085E-01	-.41360E-02
TRAVEE_1	3.000	0.64058	0.40974	-.64235E-01	0.18735E-01	-.48176E-02
TRAVEE_1	3.500	0.58316	0.47345	-.72265E-01	0.21077E-01	-.54199E-02
TRAVEE_1	4.000	0.52687	0.53506	-.79059E-01	0.23059E-01	-.59294E-02
TRAVEE_1	4.500	0.47189	0.59425	-.84441E-01	0.24629E-01	-.63331E-02
TRAVEE_1	5.000	0.41838	0.65074	-.88235E-01	0.25735E-01	-.66176E-02
TRAVEE_1	5.500	0.36651	0.70420	-.90265E-01	0.26327E-01	-.67699E-02
TRAVEE_1	6.000	0.31642	0.75435	-.90353E-01	0.26353E-01	-.67765E-02
TRAVEE_1	6.500	0.26830	0.80089	-.88324E-01	0.25761E-01	-.66243E-02
TRAVEE_1	7.000	0.22230	0.84350	-.84000E-01	0.24500E-01	-.63000E-02
TRAVEE_1	7.500	0.17858	0.88189	-.77206E-01	0.22518E-01	-.57904E-02
TRAVEE_1	8.000	0.13732	0.91576	-.67765E-01	0.19765E-01	-.50824E-02
TRAVEE_1	8.500	0.98663E-01	0.94481	-.55500E-01	0.16187E-01	-.41625E-02
TRAVEE_1	9.000	0.62782E-01	0.96874	-.40235E-01	0.11735E-01	-.30176E-02
TRAVEE_1	9.500	0.29840E-01	0.98723	-.21794E-01	0.63566E-02	-.16346E-02
TRAVEE_1	10.000	0.56496E-06	1.0000	-.47020E-06	0.13709E-06	-.35251E-07
TRAVEE_2	0.000	0.25119E-09	1.0000	0.38666E-09	-.16678E-09	0.42887E-10
TRAVEE_2	0.750	-.38758E-01	1.0081	0.39103E-01	-.11369E-01	0.29233E-02
TRAVEE_2	1.500	-.70637E-01	1.0037	0.85176E-01	-.24551E-01	0.63132E-02
TRAVEE_2	2.250	-.96103E-01	0.98786	0.13725	-.39047E-01	0.10041E-01
...						
Lignes supprimées						
...						

Ce tableau récapitule les lignes d'influence des fleches à mi travée (sans facteur de répartition transversale).

LIGNES D'INFLUENCE DE LA FLECHE (POSITIVE VERS LE HAUT) A MI-TRAVEES

Barre	Abscisse	Mi travée 1	Mi travée 2	Mi travée 3	Mi travée 4
TRAVEE_1	0.000	0.29685E-14	-.95082E-15	0.24651E-15	-.46954E-16
TRAVEE_1	0.500	0.16596E-06	-.75885E-07	0.19674E-07	-.37474E-08
TRAVEE_1	1.000	0.32835E-06	-.15063E-06	0.39052E-07	-.74384E-08
TRAVEE_1	1.500	0.48362E-06	-.22309E-06	0.57838E-07	-.11017E-07
TRAVEE_1	2.000	0.62820E-06	-.29213E-06	0.75737E-07	-.14426E-07
TRAVEE_1	2.500	0.75853E-06	-.35660E-06	0.92452E-07	-.17610E-07
TRAVEE_1	3.000	0.87105E-06	-.41537E-06	0.10769E-06	-.20512E-07
TRAVEE_1	3.500	0.96219E-06	-.46729E-06	0.12115E-06	-.23076E-07
TRAVEE_1	4.000	0.10284E-05	-.51122E-06	0.13254E-06	-.25246E-07
TRAVEE_1	4.500	0.10661E-05	-.54603E-06	0.14156E-06	-.26964E-07
TRAVEE_1	5.000	0.10717E-05	-.57056E-06	0.14792E-06	-.28176E-07
...					
Lignes supprimées					
...					

## 16.9 - Justifications sous sollicitations normales

### 16.9.1 - Nature des justifications

-----  
 Justifications des Sections (Contraintes Normales) : Calcul des aciers passifs  
 -----

Le calcul des aciers passifs est effectuée pour toutes les sections de l'ouvrage

Les résultats sont donnés de la manière suivante :

- flex : aciers passifs issus du dimensionnement en flexion
- fiss : aciers de fragilité liés à limitation de la fissuration  
 aciers calculés selon l'EC2 art. 7.3.2 :  
 \*  $A_{s,min} = k_c \cdot k_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_{s,ELS}$ , à l'ELS quasi permanent
- minten : aciers passifs de fragilité dans les zones tendues à l'ELS caractéristique  
 aciers calculés selon l'EC2 art. 9.2.1.1 et 9.3.1.1  
 \*  $a_{smin} = 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}$
- min : aciers minimum  
 \* aciers minimum sur chaque face : 3cm<sup>2</sup>/ml  
 Rmq : prévoir une section minimale de 5cm<sup>2</sup>/ml si la partie d'ouvrage se situe en classe XD ou XS
- non sec: aciers correspondant au ferrailage non sectionnel
  - $A_{s,trans} \geq 0,2 \times A_{s,long}$

Ce paragraphe constitue un rappel des justifications effectuées par le programme : Cf. paragraphe 5.1.1 - Flexion longitudinale, du chapitre 2 (méthode de calcul).

La note de calcul principale fournit les quantités d'aciers passifs nécessaires à la résistance de la section sous les combinaisons d'actions correspondantes aux états limites ultimes (combinaisons fondamentale et accidentelle) et aux états limites de service (combinaisons quasi-permanentes, fréquentes et caractéristiques), pour les profils provisoire et définitif.

## 16.9.2 - Aciers passifs longitudinaux

-----  
Calcul des aciers passifs longitudinaux  
-----

Sections d aciers de l about de gauche :

-----  
largeur extradados : 12.00 m [1]  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	[2] aciers superieurs							!	[2] aciers inferieurs				!
[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]							
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
ABOUT_G	0.00 !	8.2	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	
ABOUT_G	0.50 !	8.2	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	
ABOUT_G	1.00 !	8.2	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	

Sections d aciers de la travee 1 :

-----  
largeur extradados : 12.00 m  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs				!
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
TRAVEE_1	0.00 !	8.2	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	78.8	75.8	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_1	0.05 !	8.2	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	132.5	75.8	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_1	0.10 !	0.0	0.0	0.0	36.0	36.0	3.0 !	179.4	75.8	165.2	30.0	179.4	17.9 !	

...  
Lignes supprimées  
...

TRAVEE_1	0.90 !	491.7	77.5	178.3	36.0	491.7	41.0 !	148.9	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_1	0.95 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	112.5	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_1	1.00 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	83.2	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !

Sections d aciers de la travee 2 :

-----  
largeur extradados : 12.00 m  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs				!
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
TRAVEE_2	0.00 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	91.6	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_2	0.05 !	537.6	77.5	178.3	36.0	537.6	44.8 !	147.1	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_2	0.10 !	398.8	77.5	178.3	36.0	398.8	33.2 !	208.9	75.8	165.2	30.0	208.9	20.9 !	

...  
Lignes supprimées  
...

TRAVEE_2	0.90 !	462.8	77.5	178.3	36.0	462.8	38.6 !	137.7	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_2	0.95 !	610.4	77.5	178.3	36.0	610.4	50.9 !	65.4	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_2	1.00 !	625.5	77.5	178.3	36.0	625.5	52.1 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !

Sections d aciers de la travee 3 :

-----  
largeur extradados : 12.00 m  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs				!
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
TRAVEE_3	0.00 !	625.5	77.5	178.3	36.0	625.5	52.1 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	
TRAVEE_3	0.05 !	610.4	77.5	178.3	36.0	610.4	50.9 !	65.4	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_3	0.10 !	462.8	77.5	178.3	36.0	462.8	38.6 !	137.7	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	

...  
Lignes supprimées  
...

TRAVEE_3	0.90 !	398.8	77.5	178.3	36.0	398.8	33.2 !	208.8	75.8	165.2	30.0	208.8	20.9 !
TRAVEE_3	0.95 !	537.6	77.5	178.3	36.0	537.6	44.8 !	147.1	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_3	1.00 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	91.6	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !

Sections d aciers de la travee 4 :

-----  
largeur extradados : 12.00 m  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs				!
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
TRAVEE_4	0.00 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	83.1	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_4	0.05 !	551.8	77.5	178.3	36.0	551.8	46.0 !	112.5	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	
TRAVEE_4	0.10 !	491.7	77.5	178.3	36.0	491.7	41.0 !	148.9	0.0	165.2	30.0	165.2	16.5 !	

...  
Lignes supprimées  
...

TRAVEE_4	0.90 !	0.0	0.0	0.0	36.0	36.0	3.0 !	179.4	75.8	165.2	30.0	179.4	17.9 !
TRAVEE_4	0.95 !	4.0	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	132.4	75.8	165.2	30.0	165.2	16.5 !
TRAVEE_4	1.00 !	4.0	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	78.8	75.8	165.2	30.0	165.2	16.5 !

Sections d aciers de l about de droite :

-----  
largeur extradados : 12.00 m  
largeur intrados : 10.00 m

section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs				!
barre	abs !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	flex	fiss	minten	min	total	/ml !	
ABOUT_D	0.00 !	4.0	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	
ABOUT_D	1.00 !	4.0	77.5	178.3	36.0	178.3	14.9 !	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	3.0 !	



La note de calcul principale fournit les quantités d'aciers nécessaires longitudinaux pour chacune des sections de calcul.

[1] Largeur de la section : Le programme prend en compte la section exacte de du tablier corrigée par une surépaisseur au niveau de l'extrados afin de prendre en compte le bombement. Il fournit des quantités d'aciers pour la section totale. Les quantités d'aciers par mètre linéaire sont obtenues en divisant les sections d'aciers totales par la largeur. Dans le cas des sections de tabliers, le programme fournit les largeurs au niveau de l'intrados (largeur de la nervure) et de l'extrados (largeur complète), qui sont différentes lorsque la dalle n'est pas de profil rectangulaire.

[2] nappe d'aciers calculés

[3] barre : Partie d'ouvrage de la section de calcul

[4] abs : Abscisse relative de la section d'étude par rapport à l'origine de la barre

[5] flex : Quantité d'aciers de calcul correspondant à la résistance en flexion de la section

[6] fiss : Quantité d'aciers minimum de limitation de la fissuration. Seuls les aciers tendus à l'ELS quasi-permanent sont soumis à cette vérification. Le programme détermine l'état de contrainte des fibres extrêmes de la section sous chaque couple d'effort ( $M_{ELS,perm}$ ,  $N_{ELS,perm}$ ). Pour chaque fibre tendue, le programme détermine ensuite la valeur de moment  $M$  tel que la contrainte dans la fibre tendue soit égale à  $f_{ctm}$  (avec  $N = N_{ELS,perm}$ ), puis en déduit l'aire de béton tendu sous ( $M$ ,  $N$ ). La quantité d'acier minimum de fissuration est ensuite déterminée grâce à la formule suivante :

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} \quad (\text{Cf. 5.1.1 -Flexion longitudinale du chapitre 2})$$

[7] minten : quantité d'aciers minimum dans la section située en zone tendue à l'ELS. Seuls les aciers tendus à l'ELS caractéristique sont soumis à cette vérification. Le programme détermine l'aire de béton tendu sous ( $M_{ELS,cara}$ ,  $N_{ELS,cara}$ ), puis en déduit la largeur moyenne de la section de béton tendue, et enfin détermine la quantité d'acier minimum par l'application des formules suivantes :

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d$$

( $A_{s,min} \leq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$  Attention ce critère n'est plus être plus appliqué, révision AN de 2016, l'exemple ici n'est donc pas à jour)

[8] min : quantité d'acier minimum Les aciers minimum proposés par le programme correspondent à une section de 3 cm<sup>2</sup>/ml de largeur. Dans le cas où le béton serait de classe XD ou XS, le projeteur prévoira une quantité minimum supérieure correspondant à 5 cm<sup>2</sup>/ml de largeur.

[9] total : Aciers à mettre en place. Cette quantité correspond au maximum de toutes les quantités d'aciers calculées précédemment

[10] ml/ : quantité d'aciers à mettre en place divisée par la largeur de la section. Cf. [1]

### Exemple numérique

Pour illustrer la séquence de calcul, on s'intéresse à la section à mi-travée (section d'abscisse 0,5 de la travée 2)

La section est dans notre cas une section avec chanfreins symétriques de 13 m de largeur et de 77,2 cm de hauteur (75 cm +2,2 cm pour le bombement).

Le programme détermine, dans un premier temps, les aciers nécessaires à la résistance de la section, sous chacune des combinaisons d'action considérée. Dans notre cas, on obtient pour la section entière :

- Acier supérieur : 0 cm<sup>2</sup>
- Acier inférieur : 431,7 cm<sup>2</sup>

*Aciers de limitation de la fissuration* : Le programme effectue ce dimensionnement pour chaque couple d'efforts correspondant à un ELS quasi-permanent. Dans ce cas précis, le couple d'efforts dimensionnant est le couple d'efforts suivant :

$$M_{ELS,QP} = 5,01 \text{ MN.m, et } N_{ELS,QP} = 0,0 \text{ MN}$$

$$A_{s,\min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

Avec :

$$\sigma_s = f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = \frac{N_{ELS,QP}}{A_c} = 0,0 \text{ MN.m}^2 \Rightarrow k_c = 0,4 \left\{ 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \left( \frac{h}{h^*} \right) \cdot f_{ct,eff}} \right\} = 0,4$$

$$k = 0,67 \text{ (interpolation entre } k = 1,0 \text{ si } h \leq 300 \text{ mm, } k = 0,65 \text{ si } h \geq 800 \text{ mm)}$$

$$f_{ct,eff} = \max(f_{ctm}; 2,9) = 3,2 \text{ MPa pour un béton C35 / 45}$$

$A_{ct}$  : Aire de béton tendu au moment de la fissuration : Cette valeur est déterminée par le programme. Dans un premier temps, on calcule le moment  $M$  à appliquer pour obtenir une contrainte égale à  $f_{ctm}$  en fibre inférieure sous un effort normal égal à  $N_{ELS,QP} = 0,36 \text{ MN}$ , les matériaux étant considérés comme élastiques. Dans un second temps, on détermine l'aire de béton tendu sous l'application du couple d'effort ( $N_{ELS,QP}; M$ ). Dans ce cas, on obtient  $A_{ct} = 4,407 \text{ m}^2$ .

$$\text{Au total, } A_{s,\min} = (k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}) / \sigma_s = 0,4 \times 0,67 \times 3,2 \times 4,407 / 500 = 75,8 \text{ cm}^2$$

*Aciers minimum tendus* :

Ces aciers ne sont nécessaires sur une fibre de la section que si cette fibre est susceptible d'être tendue à l'ELS caractéristique. Chaque couple d'efforts correspondant à un ELS caractéristique est traité indépendamment. Dans le cas de l'exemple, on s'intéressera au cas dimensionnant, à savoir le couple d'efforts  $M_{ELS,CARA} = 8,62 \text{ MN.m}$ , et  $N_{ELS,CARA} = 0,0 \text{ MN}$ .

$$A_{s,\min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \text{ (et } A_{s,\min} \leq 0,0013 \cdot b_t \cdot d \text{ , critere désormais supprimé) avec,}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa pour un béton C35 / 45}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$d = 0,742 \text{ m (enrobage de 3 cm)}$$

$b_t$  largeur moyenne du béton tendu. Sous ( $M_{ELS,CARA}, N_{ELS,CARA}$ ), on détermine l'aire de béton tendu, qui est ensuite divisée par la hauteur de béton tendu. On obtient dans le cas de l'exemple  $b_t = 11,12 \text{ m}$

Au total,

$$\left. \begin{aligned} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d &= 0,26 \times \frac{3,2}{500} \times 11,12 \times 0,742 = 137,7 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot b_t \cdot d &= 0,0013 \times 11,12 \times 0,742 = 107,3 \text{ cm}^2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{dans le cas d'une dalle.} \\ &A_{s,\min,ten} = 137,7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

(le coefficient 1.2 n'est plus appliqué dans chamo)

*Aciers minimum* : Ces aciers correspondent à 3 cm<sup>2</sup> par mètre de largeur de la section soit 39 cm<sup>2</sup> en fibre supérieure et 30 cm<sup>2</sup> en fibre inférieure.

L'ouvrage de l'exemple ne possède pas de dalles de transition. Dans le cas contraire, le programme fournit les aciers nécessaires. (Exemple ne correspondant pas à l'ouvrage étudié).

Sections d aciers de la dalle de transition de droite :

-----  
 largeur de la dalle de transition de droite : 11.40 m

section barre	abs	aciers superieurs				aciers inferieurs				total	/ml		
		flex	fiss	minten	min	flex	fiss	minten	min				
DDT_D	0.00	0.0	0.0	0.0	34.2	34.2	3.0	0.0	0.0	85.8	34.2	85.8	7.5
DDT_D	0.50	0.0	0.0	0.0	34.2	34.2	3.0	107.2	56.9	85.8	34.2	107.2	9.4
DDT_D	1.00	0.0	0.0	0.0	34.2	34.2	3.0	0.0	56.9	85.8	34.2	85.8	7.5

### 16.9.3 - Aciers passifs transversaux

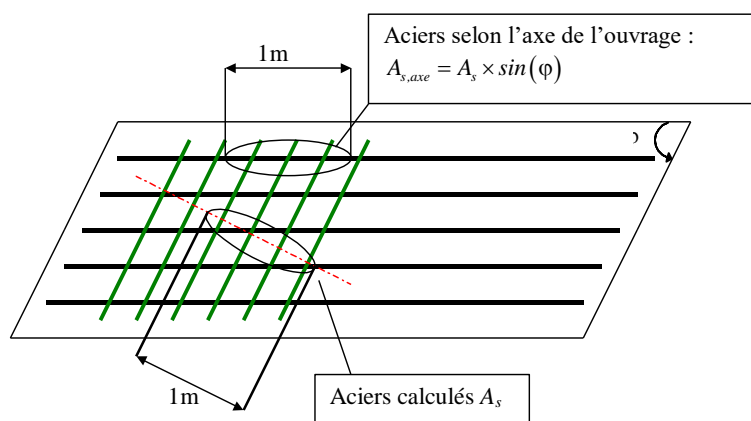
-----  
 Calcul des aciers passifs transversaux  
 -----

Quantité d'aciers calculée pour 1 ml dans la direction perpendiculaire aux aciers  
 pour avoir la quantité par ml selon l'axe de l'ouvrage, multiplier par 0.9511 [11]

section	!	aciers superieurs						!	aciers inferieurs						!
	[12]	flex	fiss	minten	min	non sec	total	!	flex	fiss	minten	min	non sec	total	!
barre	abs	0.1			3.0	9.9	9.9	!	14.1			3.0	6.5	14.1	!
TRAVEE_1	!	0.1			3.0	11.2	11.2	!	17.3			3.0	9.2	17.3	!
TRAVEE_2	!	0.1			3.0	11.2	11.2	!	17.3			3.0	9.2	17.3	!
TRAVEE_3	!	0.1			3.0	9.9	9.9	!	14.1			3.0	6.5	14.1	!
TRAVEE_4	!	0.8			3.0	0.0	3.0	!	0.0			3.0	0.0	3.0	!
ENCORB_G	!	0.8			3.0	0.0	3.0	!	0.0			3.0	0.0	3.0	!
ENCORB_D	!	0.8			3.0	0.0	3.0	!	0.0			3.0	0.0	3.0	!

[11] Le programme se limitant au cas des ouvrages peu biais, les aciers transversaux du tablier sont orientés dans la direction parallèle aux lignes d'appui. Les efforts transversaux donnés précédemment (Cf. 16.3 - Flexion transversale) ont été déterminés dans cette direction.

La quantité d'aciers transversaux calculée par le programme correspond donc à la quantité d'acier qu'il est nécessaire de mettre en place sur une largeur de 1m suivant la direction perpendiculaire aux lignes d'appui (largeur de 1m suivant coupe en rouge).



La quantité d'aciers par mètre linéaire selon l'axe de l'ouvrage peut être obtenue en multipliant la quantité d'acier fournie par  $\sin(\varphi)$ . (Ce point ne sert qu'au cacul des volumes finaux, à ne pas confondre avec le dimensionnement des aciers qui est fait selon l'annexe 12 A du BPEL et les compléments décrits dans l'annexe générique).

Le programme fournit une valeur par travée, ainsi qu'une valeur pour les encorbellements (s'ils existent).

#### Exemple numérique

Dans l'exemple, avec  $\varphi = 80$  grades :  $\sin(\varphi) = 0,9511$ . Le programme fournit une valeur par travée, ainsi qu'une valeur pour les encorbellements (s'ils existent).

[12] abs : sans objet : Les aciers transversaux sont identiques sur toute la largeur de l'ouvrage.

[13] fiss et min ten : Ces quantités d'acier minimum ne concernent pas les aciers transversaux

[14] non sec : quantité d'aciers minimum correspondant aux règles de ferrailage non sectionnel.

$$A_{s,trans,inf} \geq 0,2 \times A_{s,long,inf} \text{ et } A_{s,trans,sup} \geq 0,2 \times A_{s,long,sup} \text{ et } A_{s,trans,sup} \geq 0,5 \times A_{s,trans,inf}$$

### Exemple numérique

Pour la travée 2 :

Résistance en flexion : 16,9 cm<sup>2</sup>/m sont nécessaires en fibre inférieure et 0,2 cm<sup>2</sup>/m en fibre supérieure pour que le tablier résiste aux efforts de flexion transversale.

Aciers non sectionnels :

- Fibre inférieure :  $A_{s,long,max} = 43,2 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_{s,trans,inf,nonsec} = 0,2 \times 43,2 = 8,6 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Fibre supérieure :

$$\left. \begin{aligned} A_{s,long,sup} = 52,1 \text{ cm}^2 / \text{m} &\Rightarrow A_{s,trans,sup,nonsec} > 0,2 \times 52,1 = 10,4 \text{ cm}^2 / \text{m} \\ A_{s,trans,inf} = 16,9 \text{ cm}^2 / \text{m} &\Rightarrow A_{s,trans,sup,nonsec} > 0,50 \times 16,9 = 8,5 \text{ cm}^2 / \text{m} \end{aligned} \right\} A_{s,trans,sup,nonsec} = 10,4 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

S'il existe des dalles de transition, le calcul effectué est identique à celui effectué pour le tablier.

Sections d aciers des dalles de transition :

-----																
section	!	aciers superieurs							!	aciers inferieurs					!	
barre	abs	!	flex	fiss	minten	min	non sec	total	!	flex	fiss	minten	min	non sec	total	!
DDT_G	!		0.0			3.0	5.0	5.0	!	10.1			3.0	1.9	10.1	!
DDT_D	!		0.0			3.0	5.0	5.0	!	10.1			3.0	1.9	10.1	!

### 16.9.4 - Estimation préliminaire des quantités d'aciers passifs de flexion

-----  
Calcul des ratios d aciers passifs (hors étriers)  
-----

partie d ouvr [1]	!	volume beton (m3) [2]	!	acier long (Kg) [3]	!	acier trans (Kg) [3]	!	ratio (Kg/m3) [4]	!
TRAVEE1	!	89.10	!	3983.94	!	1978.04	!	66.91	!
TRAVEE2	!	133.65	!	7655.77	!	3500.46	!	83.47	!
TRAVEE3	!	133.65	!	7655.92	!	3500.46	!	83.47	!
TRAVEE4	!	89.10	!	3984.01	!	1978.28	!	66.92	!
ABOUT_G	!	4.46	!	116.25	!	98.90	!	48.29	!
ABOUT_D	!	4.46	!	90.45	!	98.91	!	42.51	!

[1] Partie d'ouvrage.

[2] Volume de béton.

[3] Quantité d'acier calculé à partir de la section nécessaire au m2 et non des diamètres réels des aciers, de plus les longueurs d'ancrage ne sont pas prises en compte. Il s'agit donc d'un minorant.

[4] Ratio [3]/[2]

## 16.10 - Justification sous sollicitations tangentés

Ces pages restituent les résultats des justifications sous sollicitations tangentés

JUSTIFICATIONS SOUS SOLLICITATIONS TANGENTES (UNITES KN, M ET DEGRES)

-----  
Enveloppe des états limites ultimes de combinaison fondamentale et accidentelle  
-----

Abs	Ved	Ned	Vrdc	Vrdmax	Vrds	teta	Asw/s min	Asw/s cal	Asw/s final	n° env	Titre enveloppe			
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]			
Barre n° 10		ABOUT GAUCHE		[13] et [14]										
bw = 12.000		z_ut = .608		[15] et [16]										
0.00	163.2	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	4.1	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
0.25	394.3	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	10.0	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
0.50	678.5	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	17.1	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
Barre n° 1		TRAVEE 1												
bw = 12.000		z_ut = 0.608												
0.00	3145.8	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	79.4	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
0.50	2814.9	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	71.0	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
1.00	2486.1	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	62.7	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
1.50	2160.7	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	54.5	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
2.00	1839.0	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	46.4	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
2.50	1521.1	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	38.4	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
3.00	1207.4	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	30.5	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
3.50	906.1	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	22.9	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
4.00	943.1	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	23.8	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
4.50	1255.8	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	31.7	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
5.00	1568.2	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	39.6	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
5.50	1889.7	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	47.7	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
6.00	2221.5	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	56.1	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
6.50	2548.6	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	64.3	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
7.00	2871.0	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	72.5	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
7.50	3188.7	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	80.5	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
8.00	3501.6	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	88.4	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
8.50	3809.6	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	96.2	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
9.00	4112.8	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	103.8	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
9.50	4411.1	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	111.3	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
10.00	4702.1	0.0	3249.5	40510.0	4702.1	33.7	113.6	118.7	118.7	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
Barre n° 2		TRAVEE 2												
bw = 12.000		z_ut = 0.608												
0.00	5170.4	0.0	3249.5	40510.0	5170.4	33.7	113.6	130.5	130.5	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
0.75	4680.9	0.0	3249.5	40510.0	4680.9	33.7	113.6	118.1	118.1	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
1.50	4181.6	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	105.5	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
2.25	3703.4	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	93.5	113.6	2940	ELU	fondamental	sans prec.	profil PRV
3.00	3247.5	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	82.0	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
3.75	2827.0	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	71.4	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
4.50	2406.0	0.0	3249.5	40510.0	4500.3	33.7	113.6	60.7	113.6	2950	ELU	fondamental	sans prec.	profil DEF
...														
Lignes supprimées														
...														

NOTA : [17]

REGLES GENERALES

- \* Tous les elements de structure sont assimiles a des poutres
- \* Les sections de cadres ou d'etriers mis en oeuvre devront respecter les dispositions suivantes :
  - espacement longitudinal  $s_{l,max} = 0.75*d$  [EC-2-1-1 paragraphe 9.3.2(4)]
  - espacement transversal  $s_{t,max} = 1.50*d$  [EC-2-1-1 paragraphe 9.3.2(5)]

Ce tableau récapitule les résultats des justifications sous sollicitations tangentes, conformément au paragraphe 5.2 - Sollicitations tangentes du chapitre 2 (méthode de calcul).

ESTIMATION DU POIDS D'ACIER D'EFFORT TRANCHANT  
 LE POIDS D'ACIER SERA SUPERIEUR A LA VALEUR SUIVANTE :  
 $P_{min\_ET} = 3132. \text{ kg}$

partie d'ouv	longueur barre(m)	Volume de beton de la barre(m3)	quantite etriers (kg)	ratio (kg/m3)
ABOUT GAUC	0.5	4.3	30.3	7.0
TRAVEE 1	10.0	86.5	606.3	7.0
TRAVEE 2	15.0	129.7	929.6	7.2
TRAVEE 3	15.0	129.7	929.6	7.2
TRAVEE 4	10.0	86.5	606.3	7.0
ABOUT DROI	0.5	4.3	30.3	7.0
total		441.1	3132.5	7.1

Ce paragraphe donne une estimation du poids d’acier d’effort tranchant obtenu à partir de la section requise au  $m^2$  et non des sections réelles.

La note de calcul principale fournit l'enveloppe des états limites ultimes (combinaisons fondamentale et accidentelle pour les profils provisoire et définitif), l'enveloppe étant basée sur la section de calcul ( $A_{sw}/s$  cal). Les notes de calculs auxiliaires comprennent un tableau de ce type pour chacune des enveloppes d'état limite ultime prises en compte.

Chaque ligne fournit les résultats pour une section d'étude de la barre considérée dont il est rappelé le numéro et le nom de la barre [13] et [14], la largeur nette de la barre et le bras de levier du couple élastique [15] et [16].

[1] Abscisse de la section d'étude par rapport à l'origine de la barre

[2] Effort tranchant de calcul  $V_{Ed}$

[3] Effort normal concomitant à l'effort tranchant de calcul  $N_{Ed}$

[4] Effort résistant du béton seul (sans armature)

$$V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad [\text{EC2-1-1 Expr. (6.2.b)}]$$

[5] Effort résistant des bielles pour l'inclinaison  $\theta$  choisie par Chamoia

$$V_{Rd,max} = a_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \quad [\text{EC2-1-1 Expr. (6.14)}]$$

[6] Effort résistant des armatures pour l'inclinaison  $\theta$  choisie par Chamoia

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha \quad [\text{EC2-1-1 Expr. (6.13)}]$$

[7] Angle optimal  $\theta$  d'inclinaison de la bielle (angle le plus faible possible).

L'angle minimal  $\theta_{\min}$  d'inclinaison de la bielle est tel que  $\cot \theta_{\min} = 2,5$  ou  $1,5$ , correspondant à  $21,8^\circ$  ou  $33,7^\circ$ .

- Si  $\theta > \theta_{\min}$ , il a été possible de déterminer l'angle optimal qui minimise la section d'acier utile, et qui est tel que  $V_{Rd,max}(\theta) = V_{Ed}$ . Dans un tel cas, les bielles sont sollicitées à leur limite.
- Si  $\theta = \theta_{\min}$ , la limitation réglementaire de l'inclinaison des bielles ne permet pas de les solliciter au maximum et on constate que  $V_{Rd,max}(\theta_{\min}) < V_{Ed}$ , ce qui est courant pour les dalles dont la largeur « d'âme »  $b_w$  est très importante.

[8] Section minimale d'acier d'effort lorsqu'elle est requise (en  $\text{cm}^2/\text{m}$  pour toute la largeur  $b_w$ )

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq (0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} \cdot b_w \cdot \sin \alpha \quad [\text{EC2-1-1 9.2.2}]$$

[9] Section de calcul résultant de l'inclinaison  $\theta$  équilibrant l'effort tranchant de calcul  $V_{Ed}$  (en  $\text{cm}^2/\text{m}$  pour toute la largeur  $b_w$ )

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha} \quad \text{tirée de } [\text{EC2-1-1 Expr. (6.13)}]$$

[10] Section à retenir (en  $\text{cm}^2/\text{m}$  pour toute la largeur  $b_w$ )

- si  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ , aucune armature d'effort tranchant n'est mise en œuvre dans le cas des dalles, le ferraillement minimum [7] est requis dans le cas des poutres (pieux et barrettes dans le cadre de Chamoia).
- si  $V_{Ed} > V_{Rd,c}$ , le ferraillement à mettre en œuvre est le maximum de la section de calcul [8] et du ferraillement minimum [7].

[11], [12] Numéro et libellé de l'enveloppe conduisant au ferraillement de calcul maximal [8]

[15] La largeur prise en compte est la largeur de la section d'étude au niveau du centre de gravité.



- [17] Les règles sur les espacements et sur les diamètres à utiliser, qui devront être utilisées pour constituer les ferrailages, sont rappelées par parties d'ouvrage.

### Exemple numérique :

Les efforts sont calculés pour la pleine largeur des barres. Il s'agit de la largeur droite pour la dalle du tablier et les dalles de transition éventuelles. Les largeurs sont évaluées au droit du centre de gravité de la section brute.

La dalle est une dalle chanfreinée. Son centre de gravité est très proche de la demi-épaisseur de la dalle. La largeur brute est donc ici égale à la largeur de l'extrados soit 12,00 m.

Pour illustrer cette séquence de calcul, on s'intéresse à la section de l'appui intermédiaire central (section d'abscisse 0 de la barre 3 TRAVEE 3) dont les résultats ont été encadrés en bleu.

On a :

$$b_w = 12,00 \text{ m}$$

$$h = 0,75 \text{ m}$$

$$d = 0,9 \times h = 0,675 \text{ m}$$

$$z = 0,9 \times d = 0,9 \times 0,675 = 0,6075 \text{ m}$$

$V_{Ed} = 5170 \text{ kN}$  [2] ;  $N_{Ed} = 0$  [3], obtenus à l'ELU fondamental [12]. Pour les ouvrages non précontraints, l'effort normal est négligé.

Calcul de l'effort résistant du béton seul :

$$V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad [\text{EC2-1-1 Expr. (6.2.b)}]$$

$$N_{Ed} = 0 \Rightarrow \sigma_{cp} = 0$$

$$k = \min \left( 2; 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) = \min \left( 2; 1 + \sqrt{\frac{200}{675}} \right) = 1,544$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot (k)^{\frac{3}{2}} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot (1,544)^{\frac{3}{2}} \cdot (35)^{\frac{1}{2}} = 0,40$$

$$V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,401 + 0) \times 12,00 \times 0,675 = 3,249 \text{ MN} = 3249 \text{ kN} \quad [4]$$

On recherche l'inclinaison optimale des bielles qui est solution de l'équation en  $t = \cot \theta_0$  :

$$V_{Ed} t^2 - a \cdot t + (V_{Ed} - a \cdot \cot \alpha) = 0 \text{ soit, pour } \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cot \alpha = 0$$

$$V_{Ed} t^2 - a \cdot t + V_{Ed} = 0$$

avec  $a = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd}$

et  $\alpha_{cw} = 1$  en béton armé

$$v_1 = v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 (1 - 35 / 250) = 0,516$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{cf}}{\gamma_c} = \frac{1 \times 35}{1,5} = 23,33 \text{ MPa}$$

d'où :  $a = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} = 1 \times 12 \times 0,6075 \times 0,516 \times 23,33 = 87,759$

$$5,4105 t^2 - 87,759.t + 5,4105 = 0$$

$$\Rightarrow t=16,16 \Rightarrow \theta_0 = 3,54^\circ < \text{arc cot}(1,5) = 33,7^\circ$$

L'angle d'inclinaison minimal de  $33,7^\circ$  [8] doit être retenu.

L'effort résistant des bielles pour cette inclinaison vaut alors :

$$V_{Rd,max} = a_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \quad [\text{EC2-1-1 Expr.}(6.14)]$$

$$V_{Rd,max} = a \cdot (\cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 87,76 \times 1,5 / (1 + 1,5^2) = 40,51 \text{ MN} = \boxed{40510 \text{ kN}} \quad [5]$$

La section de calcul résultant de l'inclinaison  $\theta$  équilibrant l'effort tranchant de calcul  $V_{Ed}$  vaut :

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha} = \frac{5,170}{0,6075 \times 500 / 1,15 \times (1,5 + 0) \times 1} = 0,0130,$$

soit  $\boxed{130 \text{ cm}^2 / \text{m}}$  [9]

Cette section est supérieure à la section minimale donnée par :

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq (0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} \cdot b_w \cdot \sin \alpha = (0,08 \sqrt{35}) / 500 \times 12 \times 1 = 0,0114 \quad [8]$$

Pour la valeur maximale (max [8] et [9]) l'effort résistant des armatures vaut :

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = 5,170 \text{ MN}$$

On remarque ici que  $V_{Rd,s} = V_{Ed}$ , puisque le ferrailage maximal n'est pas le ferrailage minimum.

On constate que  $V_{Rd,max} = 40510 > V_{Ed} = 5170$ . OK.

# 17 - Fichiers intermédiaires de calcul des efforts

## 17.1 - Fichiers pour le calcul de la portée équivalente

### Fichier en Entrée

```

OPTION PLANE
SORTIE '..\Projets\PSIDA_0100_0\Module_2\PSIDA_0100_0_PEQ.txt' non page

# NOEUDS

NOEUD 10 0.000000 0.000000 # Noeud about gauche
NOEUD 1 0.500000 0.000000 # Noeud gauche travee 1
NOEUD 2 10.500000 0.000000 # Noeud gauche travee 2
NOEUD 3 25.500000 0.000000 # Noeud gauche travee 3
NOEUD 4 40.500000 0.000000 # Noeud gauche travee 4
NOEUD 5 50.500000 0.000000 # Noeud droit travee 4
NOEUD 21 51.000000 0.000000 # Noeud about droit

# APPUIS

APPUI 1 NOEUD 1 DX DY # Appui gauche travee 1
APPUI 2 NOEUD 2 DY # Appui gauche travee 2
APPUI 3 NOEUD 3 DY # Appui gauche travee 3
APPUI 4 NOEUD 4 DY # Appui gauche travee 4
APPUI 5 NOEUD 5 DY # Appui droit travee 4

# BARRES

BARRE 10 DE 10 A 1 # About gauche
BARRE 1 DE 1 A 2 # Travee 1
BARRE 2 DE 2 A 3 # Travee 2
BARRE 3 DE 3 A 4 # Travee 3
BARRE 4 DE 4 A 5 # Travee 4
BARRE 20 DE 5 A 21 # About droit

# CARACTERISTIQUES MECANIQUES

PROPRIETES 10 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666
PROPRIETES 1 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666
PROPRIETES 2 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666
PROPRIETES 3 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666
PROPRIETES 4 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666
PROPRIETES 20 SX 8.91000000 IZ 0.43076814 VY 0.37526001 WY 0.39640666

# DEFINITION DES POINTS D'ETUDE

ETUDE EFFORT DEPLA
1 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.02000000 RELATIF # Travee 1
2 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.02000000 RELATIF # Travee 2
3 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.02000000 RELATIF # Travee 3
4 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.02000000 RELATIF # Travee 4
FIN

# DEFINITION DES BETONS

# Beton pour etudes de phasage et court terme : TABLIER

MATERIAU 10 'Beton pour etudes de phasage et court terme : TABLIER'
E EC2 KNM2 FCK 35.000000
RO 25.000000
TEMP 0.10000000E-04
RETRAIT EC2
RH 80.000000
RM_EC 1379.3678
CEMENT R
FIN

# Beton pour etude long terme : TABLIER

MATERIAU 11 'Beton pour etude long terme : TABLIER'
E 11359049.
RO 25.000000
TEMP 0.10000000E-04
FIN

# AFFECTATION DU BETON - COURT TERME OU PHASAGE

CONS 1, 2, 3, 4, 10, 20 MATERIAU 10 # Tablier

# CHARGES UNIFORMES POUR LE CALCUL DES PORTEES EQUIVALENTES

CHARGE 20 'Charge uniforme travee 1 (portees equivalentes)'
BARRES 1 UNIFORME FY 1000.00
FIN

CHARGE 30 'Charge uniforme travee 2 (portees equivalentes)'
BARRES 2 UNIFORME FY 1000.00
FIN

```

```

CHARGE 40 'Charge uniforme travee 3 (portees equivalentes)'
  BARRES 3 UNIFORME FY 1000.00
FIN

CHARGE 50 'Charge uniforme travee 4 (portees equivalentes)'
  BARRES 4 UNIFORME FY 1000.00
FIN

EXEC CHARGES 20, 30, 40, 50
    
```

# EDITION DES RESULTATS

```

RESULTATS
  CHARGE 20 BARRE 1 EFFORT DEPLA
  CHARGE 30 BARRE 2 EFFORT DEPLA
  CHARGE 40 BARRE 3 EFFORT DEPLA
  CHARGE 50 BARRE 4 EFFORT DEPLA
FIN
    
```

Fichier en Sortie:

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 20 ---

Titre : Charge uniforme travee 1 (portees equivalentes)

Barre	Abscisse	N	Ty	Mz
1	0.000	0.0000	-4455.9	0.99863E-09
1	0.200	0.0000	-4255.9	871.18

...  
Lignes supprimées

1	8.200	0.0000	3744.1	2918.2
1	8.400	0.0000	3944.1	2149.4
1	8.600	0.0000	4144.1	1340.6
1	8.800	0.0000	4344.1	491.76
1	9.000	0.0000	4544.1	-397.06
1	9.200	0.0000	4744.1	-1325.9
1	9.400	0.0000	4944.1	-2294.7
1	9.600	0.0000	5144.1	-3303.5
1	9.800	0.0000	5344.1	-4352.4
1	10.000	0.0000	5544.1	-5441.1

Barre	Abscisse	Dx	Dy	Rz
1	0.000	0.0000	0.31616E-10	0.22207E-02
1	0.200	0.0000	0.44373E-03	0.22147E-02
1	0.400	0.0000	0.88510E-03	0.21971E-02

...  
Lignes supprimées

1	4.000	0.0000	0.63715E-02	0.51894E-03
1	4.200	0.0000	0.64619E-02	0.38456E-03
1	4.400	0.0000	0.65253E-02	0.24950E-03
1	4.600	0.0000	0.65617E-02	0.11427E-03
1	4.800	0.0000	0.65710E-02	-.20554E-04
1	5.000	0.0000	0.65535E-02	-.15445E-03
1	5.200	0.0000	0.65093E-02	-.28685E-03
1	5.400	0.0000	0.64389E-02	-.41723E-03
1	5.600	0.0000	0.63426E-02	-.54504E-03
1	5.800	0.0000	0.62211E-02	-.66973E-03

...  
Lignes supprimées

1	9.600	0.0000	0.66685E-03	-.17217E-02
1	9.800	0.0000	0.32749E-03	-.16696E-02
1	10.000	0.0000	0.16072E-07	-.16029E-02

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 30 ---

Titre : Charge uniforme travee 2 (portees equivalentes)

Barre	Abscisse	N	Ty	Mz
2	0.000	0.0000	-7621.3	-13401.
2	0.300	0.0000	-7321.3	-11159.
2	0.600	0.0000	-7021.3	-9007.9
2	0.900	0.0000	-6721.3	-6946.5
2	1.200	0.0000	-6421.3	-4975.1
2	1.500	0.0000	-6121.3	-3093.7
2	1.800	0.0000	-5821.3	-1302.4
2	2.100	0.0000	-5521.3	399.04
2	2.400	0.0000	-5221.3	2010.4
2	2.700	0.0000	-4921.3	3531.8

...  
Lignes supprimées

2	12.300	0.0000	4678.7	4696.5
2	12.600	0.0000	4978.7	3247.9
2	12.900	0.0000	5278.7	1709.3
2	13.200	0.0000	5578.7	80.735
2	13.500	0.0000	5878.7	-1637.9
2	13.800	0.0000	6178.7	-3446.5
2	14.100	0.0000	6478.7	-5345.1
2	14.400	0.0000	6778.7	-7333.7
2	14.700	0.0000	7078.7	-9412.3
2	15.000	0.0000	7378.7	-11581.

```

Barre Abscisse      Dx      Dy      Rz
   2    0.000      0.0000  0.63583E-10 0.30430E-02
...
Lignes supprimées
...
   2    6.300      0.0000  0.20122E-01 0.13300E-02
   2    6.600      0.0000  0.20475E-01 0.10244E-02
   2    6.900      0.0000  0.20736E-01 0.71257E-03
   2    7.200      0.0000  0.20902E-01 0.39632E-03
   2    7.500      0.0000  0.20973E-01 0.77484E-04
   2    7.800      0.0000  0.20949E-01 -.24210E-03
   2    8.100      0.0000  0.20828E-01 -.56058E-03
   2    8.400      0.0000  0.20613E-01 -.87613E-03
   2    8.700      0.0000  0.20303E-01 -.11869E-02
...
Lignes supprimées
...

```

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 40 ---

Titre : Charge uniforme travée 3 (portées équivalentes)

```

Barre Abscisse      N      Ty      Mz
   3    0.000      0.0000  -7378.7  -11581.
...
Lignes supprimées
...
Barre Abscisse      Dx      Dy      Rz
   3    0.000      0.0000  0.59475E-10 0.33529E-02
...
Lignes supprimées
...

```

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 50 ---

Titre : Charge uniforme travée 4 (portées équivalentes)

```

Barre Abscisse      N      Ty      Mz
   4    0.000      0.0000  -5544.1  -5441.2
...
Lignes supprimées
...
Barre Abscisse      Dx      Dy      Rz
   4    0.000      0.0000  0.42606E-10 0.16029E-02
...
Lignes supprimées
...

```

## 17.2 - Fichiers des facteurs de coefficients transversaux Guyon

```

...
Lignes supprimées
...

```

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 4380 ---

Titre : LMI caractéristique AFF 2 profil DEF

ABOUT_G	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3676	1.3367	1.2894	1.2255	1.1804	1.2223	1.2895	1.3367	1.3676
TRAVEE_1	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3676	1.3367	1.2894	1.2255	1.1804	1.2223	1.2895	1.3367	1.3676
TRAVEE_2	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3088	1.2738	1.2271	1.1645	1.1262	1.1648	1.2272	1.2738	1.3088
TRAVEE_3	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3088	1.2738	1.2271	1.1645	1.1262	1.1648	1.2272	1.2738	1.3088
TRAVEE_4	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3676	1.3367	1.2894	1.2255	1.1804	1.2223	1.2895	1.3367	1.3676
ABOUT_D	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3676	1.3367	1.2894	1.2255	1.1804	1.2223	1.2895	1.3367	1.3676

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 4390 ---

Titre : LMI fréquent AFF 2 profil DEF

ABOUT_G	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3785	1.3469	1.2987	1.2359	1.1864	1.2328	1.2987	1.3470	1.3785

TRAVEE_1	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3785	1.3469	1.2987	1.2359	1.1864	1.2328	1.2987	1.3470	1.3785
TRAVEE_2	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3196	1.2843	1.2368	1.1751	1.1328	1.1742	1.2369	1.2843	1.3196
TRAVEE_3	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3196	1.2843	1.2368	1.1751	1.1328	1.1742	1.2369	1.2843	1.3196
TRAVEE_4	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3785	1.3469	1.2987	1.2359	1.1864	1.2328	1.2987	1.3470	1.3785
ABOUT_D	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3785	1.3469	1.2987	1.2359	1.1864	1.2328	1.2987	1.3470	1.3785

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 4400 ---

Titre : LMI ultime AFF 2 profil DEF

ABOUT_G	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3035	1.3010	1.2619	1.1950	1.1594	1.1924	1.2619	1.3010	1.3035
TRAVEE_1	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3035	1.3010	1.2619	1.1950	1.1594	1.1924	1.2619	1.3010	1.3035
TRAVEE_2	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.2481	1.2370	1.2008	1.1419	1.1122	1.1427	1.2008	1.2370	1.2481
TRAVEE_3	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.2481	1.2370	1.2008	1.1419	1.1122	1.1427	1.2008	1.2370	1.2481
TRAVEE_4	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3035	1.3010	1.2619	1.1950	1.1594	1.1924	1.2619	1.3010	1.3035
ABOUT_D	Y	0.0000	1.5000	3.0000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.500	12.000
		1.3035	1.3010	1.2619	1.1950	1.1594	1.1924	1.2619	1.3010	1.3035

...  
Lignes supprimées  
...

## 17.3 - Fichiers pour le calcul de la flexion longitudinale

OPTION PLANE  
SORTIE '..\Projets\PSIDA\_0100\_0\Fichiers\_Echanges\PSIDA\_0100\_0\_STM.txt' non pagine

# NOEUDS

NOEUD	10	0.000000	0.000000	# Noeud about gauche
NOEUD	1	0.500000	0.000000	# Noeud gauche travee 1
NOEUD	2	10.500000	0.000000	# Noeud gauche travee 2
NOEUD	3	25.500000	0.000000	# Noeud gauche travee 3
NOEUD	4	40.500000	0.000000	# Noeud gauche travee 4
NOEUD	5	50.500000	0.000000	# Noeud droit travee 4
NOEUD	21	51.000000	0.000000	# Noeud about droit

# APPUIS

APPUI	1	NOEUD	1	DX	DY	# Appui gauche travee 1
APPUI	2	NOEUD	2		DY	# Appui gauche travee 2
APPUI	3	NOEUD	3		DY	# Appui gauche travee 3
APPUI	4	NOEUD	4		DY	# Appui gauche travee 4
APPUI	5	NOEUD	5		DY	# Appui droit travee 4

# BARRES

BARRE	10	DE	10	A	1	# About gauche
BARRE	1	DE	1	A	2	# Travee 1
BARRE	2	DE	2	A	3	# Travee 2
BARRE	3	DE	3	A	4	# Travee 3
BARRE	4	DE	4	A	5	# Travee 4
BARRE	20	DE	5	A	21	# About droit

# CARACTERISTIQUES MECANIQUES

PROPRIETES	10	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666
PROPRIETES	1	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666
PROPRIETES	2	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666
PROPRIETES	3	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666
PROPRIETES	4	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666
PROPRIETES	20	SX	8.91000000	IZ	0.43076814	VY	0.37526001	WY	0.39640666

```

# DEFINITION DES POINTS D'ETUDE

ETUDE EFFORT DEPLA
10 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.50000000 RELATIF # About gauche
 1 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.05000000 RELATIF # Travee 1
 2 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.05000000 RELATIF # Travee 2
 3 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.05000000 RELATIF # Travee 3
 4 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.05000000 RELATIF # Travee 4
20 SECTION 0.00 A 1.00 PAS 0.50000000 RELATIF # About droit
FIN

# DEFINITION DES BETONS

# Beton pour etudes de phasage et court terme : TABLIER

MATERIAU 10 'Beton pour etudes de phasage et court terme : TABLIER'
  E EC2 KNM2 FCK 35.000000
  RO 25.000000
  TEMP 0.10000000E-04
  RETRAIT EC2
  RH 80.000000
  RM_EC 1379.3678
  CIMENT R
FIN

# Beton pour etude long terme : TABLIER

MATERIAU 11 'Beton pour etude long terme : TABLIER'
  E 11359049.
  RO 25.000000
  TEMP 0.10000000E-04
FIN

# AFFECTATION DU BETON - COURT TERME OU PHASAGE

CONS 1, 2, 3, 4, 10, 20 MATERIAU 10 # Tablier

# ETUDE DU RETRAIT

PHASAGE 240 'Retrait : T = INFINI'
  DATE 28.00 # Date de decoffrage
  ACTIVER APPUIS 1, 2, 3, 4, 5
  ACTIVER BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 AGE 28.00
  DATE 128.00
  DATE 328.00
  DATE 1028.00
  DATE 3028.00
  DATE 10028.00
  DATE 30028.00
FIN PHASAGE

EXEC PHASAGE 240

# AFFECTATION DU BETON - LONG TERME

CONS 1, 2, 3, 4, 10, 20 MATERIAU 11 # Tablier

# CHARGE NULLE

CHARGE 10 'Charge nulle'
  TEMP TOUTES UNI 0.00
FIN

EXEC CHARGES 10

# POIDS PROPRE OSSATURE SEULE

PHASAGE 710 'Poids propre ossature seule'
  ACTIVER APPUIS 1, 2, 3, 4, 5
  ACTIVER BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20
  CHARGE POIDS PROPRE 10, 1, 2, 3, 4, 20
FIN PHASAGE

EXEC PHASAGE 710

ENV 730 COMB 'Enveloppe poids propre min/max ossature seule'
  EFFORT MZ
  REAC MZ
  PHASAGE 710 1.000000 1.000000 # Poids propre ossature seule
FIN

# SUPERSTRUCTURES

# Superstructures provisoires

# Coefficient de Marston calcule : 1.000000

CHARGE 790 'Remblai sur le tablier profil PRV'
  BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -90.0000
FIN

CHARGE 750 'Chape sur tablier profil PRV'
  BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY 0.00000
FIN

CHARGE 830 'Enrobes sur tablier profil PRV'
  BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -38.4000

```

```

FIN
CHARGE 870 'Trottoir gauche profil PRV'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY 0.00000
FIN
CHARGE 910 'Trottoir droit profil PRV'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY 0.00000
FIN
EXEC CHARGES 790, 750, 830, 870, 910
# Enveloppes avec superstructures provisoires
ENV 2020 COMB 'Enveloppe superstructures profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 790 0.900000 1.100000 # Remblai sur le tablier profil PRV
CHARGE 750 0.800000 1.200000 # Chape sur tablier profil PRV
CHARGE 830 0.800000 1.400000 # Enrobes sur tablier profil PRV
CHARGE 870 1.000000 1.000000 # Trottoir gauche profil PRV
CHARGE 910 1.000000 1.000000 # Trottoir droit profil PRV
FIN
# Action nominale avec superstructures provisoires
COMB 2040 'Action nominale superstructures profil PRV'
CHARGE 790 # Remblai sur le tablier profil PRV
CHARGE 750 # Chape sur tablier profil PRV
CHARGE 830 # Enrobes sur tablier profil PRV
CHARGE 870 # Trottoir gauche profil PRV
CHARGE 910 # Trottoir droit profil PRV
FIN
# Superstructures definitives
CHARGE 800 'Remblai sur le tablier profil DEF'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY 0.00000
FIN
CHARGE 760 'Chape sur tablier profil DEF'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -7.92000
FIN
CHARGE 840 'Enrobes sur tablier profil DEF'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -19.2000
FIN
CHARGE 880 'Trottoir gauche profil DEF'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -0.720000
FIN
CHARGE 920 'Trottoir droit profil DEF'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -0.720000
FIN
CHARGE 960 'Corniche gauche'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -10.0000
FIN
CHARGE 1000 'Corniche droite'
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNIFORME FY -10.0000
FIN
EXEC CHARGES 800, 760, 840, 880, 920, 960, 1000
# Enveloppes avec superstructures definitives
ENV 2030 COMB 'Enveloppe superstructures profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 800 0.900000 1.100000 # Remblai sur le tablier profil DEF
CHARGE 760 0.800000 1.200000 # Chape sur tablier profil DEF
CHARGE 840 0.800000 1.400000 # Enrobes sur tablier profil DEF
CHARGE 880 1.000000 1.000000 # Trottoir gauche profil DEF
CHARGE 920 1.000000 1.000000 # Trottoir droit profil DEF
CHARGE 960 0.800000 1.200000 # Bande de superstructure 1 profil DEF
CHARGE 1000 0.800000 1.200000 # Bande de superstructure 2 profil DEF
FIN
# Action nominale avec superstructures definitives
COMB 2050 'Action nominale superstructures profil DEF'
CHARGE 800 # Remblai sur le tablier profil DEF
CHARGE 760 # Chape sur tablier profil DEF
CHARGE 840 # Enrobes sur tablier profil DEF
CHARGE 880 # Trottoir gauche profil DEF
CHARGE 920 # Trottoir droit profil DEF
CHARGE 960 # Bande de superstructure 1 profil DEF
CHARGE 1000 # Bande de superstructure 2 profil DEF
FIN
# ENVELOPPES POIDS PROPRE, SUPERSTRUCTURES ET RETRAIT
ENV 2060 COMB 'Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
PHASAGE 240 # Retrait : T = INFINI

```



```

ENV      730      # Enveloppe poids propre min/max ossature seule
ENV      2020     # Enveloppe superstructures profil PRV
FIN

COMB     2100     'Poids propre + superstructures (+ remblais) nominal profil PRV'
PHASAGE  240      # Retrait : T = INFINI
PHASAGE  710      # Poids propre ossature seule
COMB     2040     # Action nominale superstructures profil PRV
FIN

ENV      2070 COMB 'Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
PHASAGE 240      # Retrait : T = INFINI
ENV      730      # Enveloppe poids propre min/max ossature seule
ENV      2030     # Enveloppe superstructures profil DEF
FIN

COMB     2110     'Poids propre + superstructures (+ remblais) nominal profil DEF'
PHASAGE  240      # Retrait : T = INFINI
PHASAGE  710      # Poids propre ossature seule
COMB     2050     # Action nominale superstructures profil DEF
FIN

# TASSEMENTS D'APPUI

# Charges de tassements probables

CHARGE  2190     'Tassement probable appui 1'
APPUI   1 DY     0.000000
FIN

CHARGE  2200     'Tassement probable appui 2'
APPUI   2 DY     0.000000
FIN

CHARGE  2210     'Tassement probable appui 3'
APPUI   3 DY     0.000000
FIN

CHARGE  2220     'Tassement probable appui 4'
APPUI   4 DY     0.000000
FIN

CHARGE  2230     'Tassement probable appui 5'
APPUI   5 DY     0.000000
FIN

EXEC CHARGES 2190, 2200, 2210, 2220, 2230

# Tassements probables

COMB     2260     'Tassements probables'
CHARGE  2190     # Tassement probable appui 1
CHARGE  2200     # Tassement probable appui 2
CHARGE  2210     # Tassement probable appui 3
CHARGE  2220     # Tassement probable appui 4
CHARGE  2230     # Tassement probable appui 5
FIN

# Charges de tassements aleatoires

CHARGE  2270     'Tassement aleatoire appui 1'
APPUI   1 DY     -0.010000
FIN

CHARGE  2280     'Tassement aleatoire appui 2'
APPUI   2 DY     -0.010000
FIN

CHARGE  2290     'Tassement aleatoire appui 3'
APPUI   3 DY     -0.010000
FIN

CHARGE  2300     'Tassement aleatoire appui 4'
APPUI   4 DY     -0.010000
FIN

CHARGE  2310     'Tassement aleatoire appui 5'
APPUI   5 DY     -0.010000
FIN

EXEC CHARGES 2270, 2280, 2290, 2300, 2310

# Enveloppes des tassements aleatoires de 2 appuis

ENV      2340 COMB 'Tassements aleatoires 1 - 2'
EFFORT MZ
REAC    MZ
CHARGE  2270     1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 1
CHARGE  2280     1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 2
FIN

ENV      2350 COMB 'Tassements aleatoires 2 - 3'
EFFORT MZ
REAC    MZ
CHARGE  2280     1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 2
CHARGE  2290     1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 3

```

```

FIN
ENV      2360 COMB 'Tassements aleatoires 3 - 4'
EFFORT MZ
REAC   MZ
CHARGE 2290      1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 3
CHARGE 2300      1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 4
FIN
ENV      2370 COMB 'Tassements aleatoires 4 - 5'
EFFORT MZ
REAC   MZ
CHARGE 2300      1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 4
CHARGE 2310      1.000000 -1.000000 # Tassement aleatoire appui 5
FIN
# Enveloppe des tassements aleatoires
ENV      2400      'Enveloppe tassements aleatoires'
EFFORT MZ
REAC   MZ
ENV      2340      # Tassements aleatoires 1 - 2
ENV      2350      # Tassements aleatoires 2 - 3
ENV      2360      # Tassements aleatoires 3 - 4
ENV      2370      # Tassements aleatoires 4 - 5
FIN
# AFFECTATION DU BETON - COURT TERME OU PHASAGE
CONS 1, 2, 3, 4, 10, 20 MATERIAU 10 # Tablier
# EFFETS THERMIQUES
# Charges de gradient thermique positif et negatif
CHARGE 2410      'Gradient thermique positif'
TEMP 10, 1, 2, 3, 4, 20 GY 12.000000
FIN
CHARGE 2420      'Gradient thermique negatif'
TEMP 10, 1, 2, 3, 4, 20 GY -6.000000
FIN
# Charges de dilatation thermique positive et negative
CHARGE 2430      'Dilatation thermique positive'
TEMP 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNI 31.000000
FIN
CHARGE 2440      'Dilatation thermique negative'
TEMP 10, 1, 2, 3, 4, 20 UNI -17.000000
FIN
EXEC CHARGES 2410, 2420, 2430, 2440
# Enveloppe gradient seul
ENV      2450      'Enveloppe gradient thermique seul'
EFFORT MZ
REAC   MZ
CHARGE 2410      # Gradient thermique positif
CHARGE 2420      # Gradient thermique negatif
FIN
# Enveloppe dilatation seule
ENV      2460      'Enveloppe dilatation thermique seule'
EFFORT MZ
REAC   MZ
CHARGE 2430      # Dilatation thermique positive
CHARGE 2440      # Dilatation thermique negative
FIN
# Enveloppe gradient-dilatation, gradient principal
ENV      2470 COMB 'Enveloppe thermique Tk - gradient principal'
EFFORT MZ
REAC   MZ
ENV      2450      1.000000      # Enveloppe gradient thermique seul
ENV      2460      0.350000      # Enveloppe dilatation thermique seule
FIN
# Enveloppe gradient-dilatation, dilatation principale
ENV      2480 COMB 'Enveloppe thermique Tk - dilatation principale'
EFFORT MZ
REAC   MZ
ENV      2450      0.750000      # Enveloppe gradient thermique seul
ENV      2460      1.000000      # Enveloppe dilatation thermique seule
FIN
# Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2490      'Enveloppe thermique Tk totale'
EFFORT MZ
REAC   MZ
ENV      2470      1.000000      # Enveloppe thermique Tk - gradient principal
ENV      2480      1.000000      # Enveloppe thermique Tk - dilatation principale

```

```

FIN
# VEHICULES GENERALISES UTILISATEUR
CONVOI 100 'Vehicule SPECIAL'
MAX_CAM 1
MAX_FILE 1
LARG 3.000
LONG 10.000
COEFF_TRANS 1.000
ESSIEU
1 XL 1.000 POIDS 100.000 YL -1.000, 1.000 IMPACT 0.200 0.200
2 XL 9.000 POIDS 100.000 YL -1.000, 1.000 IMPACT 0.200 0.200
FIN
# VEHICULES GENERALISES STANDARD
CONVOI 1009 'Essieu TS accidentel trottoir sens longitudinal'
MAX_CAM 1
MAX_FILE 1
LARG 2.400
LONG 0.400
COEFF_TRANS 1.000
ESSIEU
1 XL 0.200 POIDS 200.000 YL -1.000, 1.000 IMPACT 0.400 0.400
FIN
CONVOI 1019 'Essieu TS accidentel trottoir sens transversal'
MAX_CAM 1
MAX_FILE 1
LARG 1.000
LONG 2.400
COEFF_TRANS 1.000
ESSIEU
1 XL 0.200 POIDS 100.000 YL 0.000 IMPACT 0.400 0.400
2 XL 2.200 POIDS 100.000 YL 0.000 IMPACT 0.400 0.400
FIN
# CHARGE : LM3 VS generalise 100 caracteristique AFF 1 profil PRV
TABLIER
CLASSE_TRAFFIC 2
ZONE_TRANS
1 LARG 8.000 # Chaussee
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20
LDIF 0.7099
REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 1 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 2 KTRANS 2.01110 # Dyn : 1.50000 K : 1.34073
KBARRE 3 KTRANS 2.01110 # Dyn : 1.50000 K : 1.34073
KBARRE 4 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 20 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
FIN
SURCH 4890 'LM3 VS generalise 100 caracteristique AFF 1 profil PRV'
EFFORT_MZ
REAC_MZ
LM3 100 ZONEVS 1 YVS 1.0000 7.0000 ABS
LM1 AUCUN
ZONE 1
FIN
EXEC_SURCH 4890
# CHARGE : LM3 VS generalise 100 frequent AFF 1 profil PRV
TABLIER
CLASSE_TRAFFIC 2
ZONE_TRANS
1 LARG 8.000 # Chaussee
BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20
LDIF 0.7099
REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 1 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 2 KTRANS 2.01110 # Dyn : 1.50000 K : 1.34073
KBARRE 3 KTRANS 2.01110 # Dyn : 1.50000 K : 1.34073
KBARRE 4 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
KBARRE 20 KTRANS 2.16240 # Dyn : 1.50000 K : 1.44160
FIN
SURCH 4900 'LM3 VS generalise 100 frequent AFF 1 profil PRV'
EFFORT_MZ
REAC_MZ
LM3 100 ZONEVS 1 YVS 1.0000 7.0000 ABS

```

```

    LM1 AUCUN
    ZONE 1
FIN

EXEC SURCH 4900

# CHARGE : LM3 VS generalise 100 ultime AFF 1 profil PRV

TABLIER

    CLASSE TRAFIC 2

    ZONE_TRANS
    1 LARG 8.000 # Chaussee

    BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

    LDIF 0.7099

    REP_TRANS
    KBARRE 10 KTRANS 2.07833 # Dyn : 1.50000 K : 1.38556
    KBARRE 1 KTRANS 2.07833 # Dyn : 1.50000 K : 1.38556
    KBARRE 2 KTRANS 1.94180 # Dyn : 1.50000 K : 1.29454
    KBARRE 3 KTRANS 1.94180 # Dyn : 1.50000 K : 1.29454
    KBARRE 4 KTRANS 2.07833 # Dyn : 1.50000 K : 1.38556
    KBARRE 20 KTRANS 2.07833 # Dyn : 1.50000 K : 1.38556

FIN

SURCH 4910 'LM3 VS generalise 100 ultime AFF 1 profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
LM3 100 ZONEVS 1 YVS 1.0000 7.0000 ABS
LM1 AUCUN
POND 1.350000 # Gamma Q : 1.35
ZONE 1
FIN

EXEC SURCH 4910

# CHARGE : Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV

TABLIER

    CLASSE TRAFIC 2

    ZONE_TRANS
    1 LARG 6.000 # Chaussee

    BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

    LDIF 0.7099

    REP_TRANS
    KBARRE 10 KTRANS 1.39727 # Dyn : 1.00000 K : 1.39727
    KBARRE 1 KTRANS 1.39727 # Dyn : 1.00000 K : 1.39727
    KBARRE 2 KTRANS 1.30279 # Dyn : 1.00000 K : 1.30279
    KBARRE 3 KTRANS 1.30279 # Dyn : 1.00000 K : 1.30279
    KBARRE 4 KTRANS 1.39727 # Dyn : 1.00000 K : 1.39727
    KBARRE 20 KTRANS 1.39727 # Dyn : 1.00000 K : 1.39727

FIN

SURCH 4920 'Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
chantier_23m3
ZONE 1
FIN

EXEC SURCH 4920

# CHARGE : Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV

ENV 4930 'Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4920 1.000000 # Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV
FIN

# CHARGE : Chantier 23 m3 ultime AFF 1 profil PRV

TABLIER

    CLASSE TRAFIC 2

    ZONE_TRANS
    1 LARG 6.000 # Chaussee

    BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

    LDIF 0.7099

    REP_TRANS
    KBARRE 10 KTRANS 1.33654 # Dyn : 1.00000 K : 1.33654
    KBARRE 1 KTRANS 1.33654 # Dyn : 1.00000 K : 1.33654
    KBARRE 2 KTRANS 1.25399 # Dyn : 1.00000 K : 1.25399
    KBARRE 3 KTRANS 1.25399 # Dyn : 1.00000 K : 1.25399

```

KBARRE 4 KTRANS 1.33654 # Dyn : 1.00000 K : 1.33654  
 KBARRE 20 KTRANS 1.33654 # Dyn : 1.00000 K : 1.33654

FIN

SURCH 4940 'Chantier 23 m3 ultime AFF 1 profil PRV'  
 EFFORT MZ  
 REAC MZ  
 chantier 23m3  
 POND 1.350000 # Gamma Q : 1.35  
 ZONE 1

FIN

EXEC SURCH 4940

...  
 Lignes supprimées  
 ...

# CHARGE : LM1 caracteristique AFF 2 profil DEF

TABLIER

CLASSE TRAFIC 2

ZONE\_TRANS  
 1 LARG 10.000 # Chaussee

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP\_TRANS  
 KBARRE 10 KTRANS 1.35827 # Dyn : 1.00000 K : 1.35827  
 KBARRE 1 KTRANS 1.35827 # Dyn : 1.00000 K : 1.35827  
 KBARRE 2 KTRANS 1.30464 # Dyn : 1.00000 K : 1.30464  
 KBARRE 3 KTRANS 1.30464 # Dyn : 1.00000 K : 1.30464  
 KBARRE 4 KTRANS 1.35827 # Dyn : 1.00000 K : 1.35827  
 KBARRE 20 KTRANS 1.35827 # Dyn : 1.00000 K : 1.35827

FIN

SURCH 4980 'LM1 caracteristique AFF 2 profil DEF'  
 EFFORT MZ  
 REAC MZ  
 LM1 CARA  
 ZONE 1

FIN

EXEC SURCH 4980

# CHARGE : LM1 frequent AFF 2 profil DEF

TABLIER

CLASSE TRAFIC 2

ZONE\_TRANS  
 1 LARG 10.000 # Chaussee

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP\_TRANS  
 KBARRE 10 KTRANS 1.37905 # Dyn : 1.00000 K : 1.37905  
 KBARRE 1 KTRANS 1.37905 # Dyn : 1.00000 K : 1.37905  
 KBARRE 2 KTRANS 1.32205 # Dyn : 1.00000 K : 1.32205  
 KBARRE 3 KTRANS 1.32205 # Dyn : 1.00000 K : 1.32205  
 KBARRE 4 KTRANS 1.37905 # Dyn : 1.00000 K : 1.37905  
 KBARRE 20 KTRANS 1.37905 # Dyn : 1.00000 K : 1.37905

FIN

SURCH 4990 'LM1 frequent AFF 2 profil DEF'  
 EFFORT MZ  
 REAC MZ  
 LM1 FREQ  
 ZONE 1

FIN

EXEC SURCH 4990

# CHARGE : LM1 ultime AFF 2 profil DEF

TABLIER

CLASSE TRAFIC 2

ZONE\_TRANS  
 1 LARG 10.000 # Chaussee

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP\_TRANS  
 KBARRE 10 KTRANS 1.30793 # Dyn : 1.00000 K : 1.30793

```

KBARRE 1 KTRANS 1.30793 # Dyn : 1.00000 K : 1.30793
KBARRE 2 KTRANS 1.24590 # Dyn : 1.00000 K : 1.24590
KBARRE 3 KTRANS 1.24590 # Dyn : 1.00000 K : 1.24590
KBARRE 4 KTRANS 1.30793 # Dyn : 1.00000 K : 1.30793
KBARRE 20 KTRANS 1.30793 # Dyn : 1.00000 K : 1.30793

```

FIN

```

SURCH 5000 'LM1 ultime AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
LM1 CARA
POND 1.350000 # Gamma Q : 1.35
ZONE 1

```

FIN

EXEC SURCH 5000

...  
Lignes supprimées  
...

# CHARGE : Trottoir LM1 (3 kN/m2) combinaison AFF 2 profil DEF

```

ENV 5060 'Trottoir LM1 (3 kN/m2) combinaison AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 5040 0.400000 # Trottoir LM1 (3 kN/m2) caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

```

# CHARGE : Trottoir LM1 (3 kN/m2) ultime AFF 2 profil DEF

TABLIER

```

CLASSE TRAFIC 2

ZONE_TRANS
1 LARG 0.600 # Trottoir gauche Trottoir droit

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.6250

REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 0.61604 # Dyn : 1.00000 K : 0.61604
KBARRE 1 KTRANS 0.61604 # Dyn : 1.00000 K : 0.61604
KBARRE 2 KTRANS 0.52629 # Dyn : 1.00000 K : 0.52629
KBARRE 3 KTRANS 0.52629 # Dyn : 1.00000 K : 0.52629
KBARRE 4 KTRANS 0.61604 # Dyn : 1.00000 K : 0.61604
KBARRE 20 KTRANS 0.61604 # Dyn : 1.00000 K : 0.61604

```

FIN

```

SURCH 5070 'Trottoir LM1 (3 kN/m2) ultime AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
TROT_LM1
POND 1.350000 # Gamma Q : 1.35
ZONE 1

```

FIN

EXEC SURCH 5070

...  
Lignes supprimées  
...

# CHARGE : LM3 VS R/EG C2 caracteristique AFF 3 profil DEF

TABLIER

```

CLASSE TRAFIC 2

ZONE_TRANS
1 LARG 10.000 # Chaussee

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 1 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 2 KTRANS 1.63161 # Dyn : 1.17500 K : 1.38861
KBARRE 3 KTRANS 1.63161 # Dyn : 1.17500 K : 1.38861
KBARRE 4 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 20 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858

```

FIN

```

SURCH 5120 'LM3 VS R/EG C2 caracteristique AFF 3 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
LM3 CV_C2 ZONEVS 1 YVS 1.0000 9.0000 ABS PONDVS 1.100000 # k VS : 1.10000
LM1 AUCUN
ZONE 1

```

FIN

```

EXEC SURCH 5120

# CHARGE : LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF

TABLIER

CLASSE TRAFIC 2

ZONE_TRANS
1 LARG 10.000 # Chaussée

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 1 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 2 KTRANS 1.63161 # Dyn : 1.17500 K : 1.38861
KBARRE 3 KTRANS 1.63161 # Dyn : 1.17500 K : 1.38861
KBARRE 4 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858
KBARRE 20 KTRANS 1.79892 # Dyn : 1.23333 K : 1.45858

FIN

SURCH 5130 'LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
LM3 CV_C2 ZONEVS 1 YVS 1.0000 9.0000 ABS PONDVS 0.935000 # k VS : 1.10000 Psi1 VS : 0.85000
LM1 AUCUN
ZONE 1
FIN

EXEC SURCH 5130

# CHARGE : LM3 VS R/EG C2 ultime AFF 3 profil DEF

TABLIER

CLASSE TRAFIC 2

ZONE_TRANS
1 LARG 10.000 # Chaussée

BARRES 10, 1, 2, 3, 4, 20

LDIF 0.4550

REP_TRANS
KBARRE 10 KTRANS 1.72651 # Dyn : 1.23333 K : 1.39988
KBARRE 1 KTRANS 1.72651 # Dyn : 1.23333 K : 1.39988
KBARRE 2 KTRANS 1.55839 # Dyn : 1.17500 K : 1.32629
KBARRE 3 KTRANS 1.55839 # Dyn : 1.17500 K : 1.32629
KBARRE 4 KTRANS 1.72651 # Dyn : 1.23333 K : 1.39988
KBARRE 20 KTRANS 1.72651 # Dyn : 1.23333 K : 1.39988

FIN

SURCH 5140 'LM3 VS R/EG C2 ultime AFF 3 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
LM3 CV_C2 ZONEVS 1 YVS 1.0000 9.0000 ABS PONDVS 1.100000 # k VS : 1.10000
LM1 AUCUN
POND 1.350000 # Gamma Q : 1.35
ZONE 1
FIN

EXEC SURCH 5140

# CHARGE : LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 2 profil DEF

ENV 5150 COMB 'LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4980 # LM1 caracteristique AFF 2 profil DEF
SURCH 5040 # Trottoir LM1 (3 kN/m2) caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

# CHARGE : LM1 et trottoirs (gr1a) frequent AFF 2 profil DEF

ENV 5160 COMB 'LM1 et trottoirs (gr1a) frequent AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4990 # LM1 frequent AFF 2 profil DEF
FIN

# CHARGE : LM1 et trottoirs (gr1a) combinaison AFF 2 profil DEF

ENV 5170 COMB 'LM1 et trottoirs (gr1a) combinaison AFF 2 profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4990 # LM1 frequent AFF 2 profil DEF
ENV 5060 # Trottoir LM1 (3 kN/m2) combinaison AFF 2 profil DEF
FIN

# CHARGE : LM1 et trottoirs (gr1a) ultime AFF 2 profil DEF

ENV 5180 COMB 'LM1 et trottoirs (gr1a) ultime AFF 2 profil DEF'

```

```

EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 5000 # LM1 ultime AFF 2 profil DEF
SURCH 5070 # Trottoir LM1 (3 kN/m2) ultime AFF 2 profil DEF
FIN

# ENVELOPPES DES CHARGES D'EXPLOITATION, PROFIL PROVISOIRE

ENV 2520 'Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4900 # LM3 VS generalise 100 frequent AFF 1 profil PRV
ENV 4930 # Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV
ENV 4960 # Chantier 34 m3 frequent AFF 1 profil PRV
FIN

ENV 2540 'Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 10 # Charge nulle
FIN

ENV 2560 'Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4890 # LM3 VS generalise 100 caracteristique AFF 1 profil PRV
SURCH 4920 # Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV
SURCH 4950 # Chantier 34 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV
FIN

ENV 2580 'Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 10 # Charge nulle
FIN

ENV 2600 'Enveloppe Q combinaison profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 10 # Charge nulle
FIN

ENV 2620 'Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 4910 # LM3 VS generalise 100 ultime AFF 1 profil PRV
SURCH 4940 # Chantier 23 m3 ultime AFF 1 profil PRV
SURCH 4970 # Chantier 34 m3 ultime AFF 1 profil PRV
FIN

ENV 2640 'Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 10 # Charge nulle
FIN

ENV 2660 'Enveloppe Q accidentelles profil PRV'
EFFORT MZ
REAC MZ
CHARGE 10 # Charge nulle
FIN

# ENVELOPPES DES CHARGES D'EXPLOITATION, PROFIL DEFINITIF

ENV 2530 'Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 5130 # LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF
ENV 5160 # LM1 et trottoirs (grla) frequent AFF 2 profil DEF
FIN

ENV 2550 'Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
ENV 5020 # LM2 frequent AFF 2 profil DEF
FIN

ENV 2570 'Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 5120 # LM3 VS R/EG C2 caracteristique AFF 3 profil DEF
ENV 5150 # LM1 et trottoirs (grla) caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

ENV 2590 'Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
SURCH 5010 # LM2 caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

ENV 2610 'Enveloppe Q combinaison profil DEF'
EFFORT MZ
REAC MZ
ENV 5170 # LM1 et trottoirs (grla) combinaison AFF 2 profil DEF
FIN

ENV 2630 'Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ

```



```

REAC  MZ
SURCH  5140          # LM3 VS R/EG C2 ultime AFF 3 profil DEF
ENV    5180          # LM1 et trottoirs (gr1a) ultime AFF 2 profil DEF
FIN

ENV    2650          'Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil DEF'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  5030          # LM2 ultime AFF 2 profil DEF
FIN

ENV    2670          'Enveloppe Q accidentelles profil DEF'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  5080          # TS trottoir long. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF
SURCH  5090          # TS trottoir trans. a gauche accidentel AFF 2 profil DEF
SURCH  5100          # TS trottoir long. a droite accidentel AFF 2 profil DEF
SURCH  5110          # TS trottoir trans. a droite accidentel AFF 2 profil DEF
FIN

# ENVELOPPES PREDEFINIES, PROFIL PROVISOIRE

ENV    4480          'Engins de chantier frequent profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
ENV    4930          # Chantier 23 m3 frequent AFF 1 profil PRV
ENV    4960          # Chantier 34 m3 frequent AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    4460          'Engins de chantier caracteristique profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4920          # Chantier 23 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV
SURCH  4950          # Chantier 34 m3 caracteristique AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    4500          'Engins de chantier ultime profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4940          # Chantier 23 m3 ultime AFF 1 profil PRV
SURCH  4970          # Chantier 34 m3 ultime AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    3880          'LM3 VS seul frequent profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4900          # LM3 VS generalise 100 frequent AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    3900          'LM3 VS seul caracteristique profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4890          # LM3 VS generalise 100 caracteristique AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    3920          'LM3 VS seul ultime profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4910          # LM3 VS generalise 100 ultime AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    4060          'LM3 VS rapide frequent profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4900          # LM3 VS generalise 100 frequent AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    4080          'LM3 VS rapide caracteristique profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4890          # LM3 VS generalise 100 caracteristique AFF 1 profil PRV
FIN

ENV    4100          'LM3 VS rapide ultime profil PRV'
EFFORT MZ
REAC  MZ
SURCH  4910          # LM3 VS generalise 100 ultime AFF 1 profil PRV
FIN

# ENVELOPPES PREDEFINIES, PROFIL DEFINITIF

ENV    3750          'LM1 et trottoirs (gr1a) frequent profil DEF'
EFFORT MZ
REAC  MZ
ENV    5160          # LM1 et trottoirs (gr1a) frequent AFF 2 profil DEF
FIN

ENV    3770          'LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique profil DEF'
EFFORT MZ
REAC  MZ
ENV    5150          # LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

ENV    3790          'LM1 et trottoirs (gr1a) combinaison profil DEF'
EFFORT MZ
REAC  MZ
ENV    5170          # LM1 et trottoirs (gr1a) combinaison AFF 2 profil DEF
FIN

```

```

ENV      3810      'LM1 et trottoirs (gr1a) ultime profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      5180      # LM1 et trottoirs (gr1a) ultime AFF 2 profil DEF
FIN

ENV      3830      'LM2 frequent profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      5020      # LM2 frequent AFF 2 profil DEF
FIN

ENV      3850      'LM2 caracteristique profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5010      # LM2 caracteristique AFF 2 profil DEF
FIN

ENV      3870      'LM2 ultime profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5030      # LM2 ultime AFF 2 profil DEF
FIN

ENV      3890      'LM3 VS seul frequent profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5130      # LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF
FIN

ENV      3910      'LM3 VS seul caracteristique profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5120      # LM3 VS R/EG C2 caracteristique AFF 3 profil DEF
FIN

ENV      3930      'LM3 VS seul ultime profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5140      # LM3 VS R/EG C2 ultime AFF 3 profil DEF
FIN

ENV      4070      'LM3 VS rapide frequent profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5130      # LM3 VS R/EG C2 frequent AFF 3 profil DEF
FIN

ENV      4090      'LM3 VS rapide caracteristique profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5120      # LM3 VS R/EG C2 caracteristique AFF 3 profil DEF
FIN

ENV      4110      'LM3 VS rapide ultime profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
SURCH   5140      # LM3 VS R/EG C2 ultime AFF 3 profil DEF
FIN

# COMBINAISONS RELATIVES AUX ETATS LIMITES

# ELS quasi permanent

ENV      2680 COMB 'ELS quasi permanent sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.500000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

ENV      2690 COMB 'ELS quasi permanent sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.500000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

# ELS frequent Q principal compatible avec T accompagnement

ENV      2700 COMB 'ELS frequent sans prec. Q base T oui profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.500000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2520      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil PRV
FIN

ENV      2710 COMB 'ELS frequent sans prec. Q base T oui profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ

```

```

ENV      2070  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490  0.000000  0.500000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2530  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil DEF
FIN

# ELS frequent Q principal incompatible avec T accompagnement

ENV      2720  COMB 'ELS frequent sans prec. Q base T non profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2540  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil PRV
FIN

ENV      2730  COMB 'ELS frequent sans prec. Q base T non profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2550  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil DEF
FIN

# ELS frequent T principal

ENV      2740  COMB 'ELS frequent sans prec. T base profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490  0.000000  0.600000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

ENV      2750  COMB 'ELS frequent sans prec. T base profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490  0.000000  0.600000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

# ELS frequent enveloppe

ENV      2760  'ELS frequent sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2700          # ELS frequent sans prec. Q base T oui profil PRV
ENV      2720          # ELS frequent sans prec. Q base T non profil PRV
ENV      2740          # ELS frequent sans prec. T base profil PRV
FIN

ENV      2770  'ELS frequent sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2710          # ELS frequent sans prec. Q base T oui profil DEF
ENV      2730          # ELS frequent sans prec. Q base T non profil DEF
ENV      2750          # ELS frequent sans prec. T base profil DEF
FIN

# ELS caracteristique Q principal compatible avec T accompagnement

ENV      2780  COMB 'ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490  0.000000  0.600000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2560  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil PRV
FIN

ENV      2790  COMB 'ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490  0.000000  0.600000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2570  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil DEF
FIN

# ELS caracteristique Q principal incompatible avec T accompagnement

ENV      2800  COMB 'ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060  1.000000          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260  1.000000          # Tassements probables
ENV      2400  0.000000  1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2580  0.000000  1.000000 # Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil PRV
FIN

```

```

ENV      2810 COMB 'ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2590      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil DEF
FIN

# ELS caracteristique T principal

ENV      2820 COMB 'ELS caracteristique sans prec. T base profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      1.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2600      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q combinaison profil PRV
FIN

ENV      2830 COMB 'ELS caracteristique sans prec. T base profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070      1.000000      # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB    2260      1.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      1.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      1.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2610      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q combinaison profil DEF
FIN

# ELS caracteristique enveloppe

ENV      2840      'ELS caracteristique sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2780      # ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil PRV
ENV      2800      # ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil PRV
ENV      2820      # ELS caracteristique sans prec. T base profil PRV
FIN

ENV      2850      'ELS caracteristique sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2790      # ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil DEF
ENV      2810      # ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil DEF
ENV      2830      # ELS caracteristique sans prec. T base profil DEF
FIN

# ELU quasi permanent

ENV      2860 COMB 'ELU quasi permanent sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      0.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

ENV      2870 COMB 'ELU quasi permanent sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070      1.000000      1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB    2260      0.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
FIN

# ELU fondamental Q principal compatible avec T accompagnement

ENV      2880 COMB 'ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      0.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2620      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil PRV
FIN

ENV      2890 COMB 'ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil DEF'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2070      1.000000      1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB    2260      0.000000      # Tassements probables
ENV      2400      0.000000      0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490      0.000000      0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2630      0.000000      1.000000 # Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil DEF
FIN

# ELU fondamental Q principal incompatible avec T accompagnement

ENV      2900 COMB 'ELU fondamental sans prec. Q base T non profil PRV'
EFFORT MZ
REAC    MZ
ENV      2060      1.000000      1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB    2260      0.000000      # Tassements probables

```

```

ENV      2400    0.000000    0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2640    0.000000    1.000000 # Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil PRV
FIN

ENV      2910 COMB 'ELU fondamental sans prec. Q base T non profil DEF'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2070    1.000000    1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260    0.000000          # Tassements probables
ENV      2400    0.000000    0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2650    0.000000    1.000000 # Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil DEF
FIN

# ELU fondamental T principal

ENV      2920 COMB 'ELU fondamental sans prec. T base profil PRV'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2060    1.000000    1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260    0.000000          # Tassements probables
ENV      2400    0.000000    0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490    0.000000    0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2600    0.000000    1.350000 # Enveloppe Q combinaison profil PRV
FIN

ENV      2930 COMB 'ELU fondamental sans prec. T base profil DEF'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2070    1.000000    1.350000 # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260    0.000000          # Tassements probables
ENV      2400    0.000000    0.000000 # Enveloppe tassements aleatoires
ENV      2490    0.000000    0.000000 # Enveloppe thermique Tk totale
ENV      2610    0.000000    1.350000 # Enveloppe Q combinaison profil DEF
FIN

# ELU fondamental enveloppe

ENV      2940      'ELU fondamental sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2880          # ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil PRV
ENV      2900          # ELU fondamental sans prec. Q base T non profil PRV
ENV      2920          # ELU fondamental sans prec. T base profil PRV
FIN

ENV      2950      'ELU fondamental sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2890          # ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil DEF
ENV      2910          # ELU fondamental sans prec. Q base T non profil DEF
ENV      2930          # ELU fondamental sans prec. T base profil DEF
FIN

# ELU accidentel

ENV      2960 COMB 'ELU accidentel sans prec. profil PRV'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2060          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil PRV
COMB     2260    0.000000          # Tassements probables
ENV      2660          # Enveloppe Q accidentelles profil PRV
FIN

ENV      2970 COMB 'ELU accidentel sans prec. profil DEF'
EFFORT MZ
REAC     MZ
ENV      2070          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) profil DEF
COMB     2260    0.000000          # Tassements probables
ENV      2670          # Enveloppe Q accidentelles profil DEF
FIN

# Combinaison d'etude des fleches a l'infini

COMB     330      'Evolution : T = INFINI avec tassements probables profil PRV'
COMB     2100          # Poids propre + superstructures (+ remblais) nominal profil PRV
COMB     2260          # Tassements probables
FIN

COMB     340      'Evolution : T = INFINI avec tassements probables profil DEF'
COMB     2110          # Poids propre + superstructures (+ remblais) nominal profil DEF
COMB     2260          # Tassements probables
FIN

# LIGNES D'INFLUENCE DU MOMENT FLECHISSANT A MI-TRAVEE

CHARGE   4690      'Cassure angulaire 1.00 mi travee 1'
DEFORMATION
1 CONCENTRE XL 0.50000000    RELATIF RZ 1.000
FIN

CHARGE   4700      'Cassure angulaire 1.00 mi travee 2'
DEFORMATION
2 CONCENTRE XL 0.50000000    RELATIF RZ 1.000
FIN

CHARGE   4710      'Cassure angulaire 1.00 mi travee 3'
DEFORMATION
3 CONCENTRE XL 0.50000000    RELATIF RZ 1.000

```

```

FIN
CHARGE 4720 'Cassure angulaire 1.00 mi travee 4'
DEFORMATION
4 CONCENTRE XL 0.50000000 RELATIF RZ 1.000
FIN
EXEC CHARGES 4690, 4700, 4710, 4720

# LIGNES D'INFLUENCE DU MOMENT FLECHISSANT SUR APPUIS
CHARGE 4760 'Cassure angulaire 1.00 appui 2'
DEFORMATION
2 CONCENTRE XL 0.00000000 RELATIF RZ 1.000
FIN
CHARGE 4770 'Cassure angulaire 1.00 appui 3'
DEFORMATION
3 CONCENTRE XL 0.00000000 RELATIF RZ 1.000
FIN
CHARGE 4780 'Cassure angulaire 1.00 appui 4'
DEFORMATION
4 CONCENTRE XL 0.00000000 RELATIF RZ 1.000
FIN
EXEC CHARGES 4760, 4770, 4780

# LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS D'APPUI
CHARGE 4820 'Deplacement vertical 1.00 appui 1'
APPUI 1 DY 1.00000000
FIN
CHARGE 4830 'Deplacement vertical 1.00 appui 2'
APPUI 2 DY 1.00000000
FIN
CHARGE 4840 'Deplacement vertical 1.00 appui 3'
APPUI 3 DY 1.00000000
FIN
CHARGE 4850 'Deplacement vertical 1.00 appui 4'
APPUI 4 DY 1.00000000
FIN
CHARGE 4860 'Deplacement vertical 1.00 appui 5'
APPUI 5 DY 1.00000000
FIN
EXEC CHARGES 4820, 4830, 4840, 4850, 4860

```

...  
Lignes supprimées  
...

## 17.4 - Fichiers des efforts de flexion transversale Guyon

...  
Lignes supprimées  
...

```

--- RESULTATS DE L'ENVELOPPE : 730 ---
Titre : Enveloppe poids propre min/max ossature seule
TRAVEE_1 Y 0.0000 1.0000 2.6667 4.3333 6.0000 7.6667 9.3333 11.000 12.000
Min 0.0000 2.0251 15.548 22.045 23.967 22.045 15.548 2.0251 0.0000
Max 0.0000 2.0251 15.548 22.045 23.967 22.045 15.548 2.0251 0.0000
TRAVEE_2 Y 0.0000 1.0000 2.6667 4.3333 6.0000 7.6667 9.3333 11.000 12.000
Min 0.0000 2.7829 20.809 30.184 33.080 30.184 20.809 2.7829 0.0000
Max 0.0000 2.7829 20.809 30.184 33.080 30.184 20.809 2.7829 0.0000
TRAVEE_3 Y 0.0000 1.0000 2.6667 4.3333 6.0000 7.6667 9.3333 11.000 12.000
Min 0.0000 2.7829 20.809 30.184 33.080 30.184 20.809 2.7829 0.0000
Max 0.0000 2.7829 20.809 30.184 33.080 30.184 20.809 2.7829 0.0000
TRAVEE_4 Y 0.0000 1.0000 2.6667 4.3333 6.0000 7.6667 9.3333 11.000 12.000
Min 0.0000 2.0251 15.548 22.045 23.966 22.045 15.548 2.0251 0.0000
Max 0.0000 2.0251 15.548 22.045 23.966 22.045 15.548 2.0251 0.0000
TRV_ENC Y 0.0000 1.0000 11.000 12.000
Min 0.0000 -6.4576 -6.4576 0.0000
Max 0.0000 -6.4576 -6.4576 0.0000
--- RESULTATS DE L'ENVELOPPE : 740 ---

```

Titre : Enveloppe poids propre min/max ossature seule Nu = 0

TRAVEE_1	Y	0.0000	1.0000	2.6667	4.3333	6.0000	7.6667	9.3333	11.000	12.000
	Min	0.0000	-2.3814	-5.6254	-6.3374	-6.3753	-6.3374	-5.6254	-2.3814	0.0000
	Max	0.0000	-2.3814	-5.6254	-6.3374	-6.3753	-6.3374	-5.6254	-2.3814	0.0000
TRAVEE_2	Y	0.0000	1.0000	2.6667	4.3333	6.0000	7.6667	9.3333	11.000	12.000
	Min	0.0000	-2.6356	-7.6077	-9.6592	-10.174	-9.6592	-7.6077	-2.6356	0.0000
	Max	0.0000	-2.6356	-7.6077	-9.6592	-10.174	-9.6592	-7.6077	-2.6356	0.0000
TRAVEE_3	Y	0.0000	1.0000	2.6667	4.3333	6.0000	7.6667	9.3333	11.000	12.000
	Min	0.0000	-2.6356	-7.6077	-9.6592	-10.174	-9.6592	-7.6077	-2.6356	0.0000
	Max	0.0000	-2.6356	-7.6077	-9.6592	-10.174	-9.6592	-7.6077	-2.6356	0.0000
TRAVEE_4	Y	0.0000	1.0000	2.6667	4.3333	6.0000	7.6667	9.3333	11.000	12.000
	Min	0.0000	-2.3814	-5.6254	-6.3374	-6.3753	-6.3374	-5.6254	-2.3814	0.0000
	Max	0.0000	-2.3814	-5.6254	-6.3374	-6.3753	-6.3374	-5.6254	-2.3814	0.0000
TRV_ENC	Y	0.0000	1.0000	11.000	12.000					
	Min	0.0000	-6.4496	-6.4496	0.0000					
	Max	0.0000	-6.4496	-6.4496	0.0000					

...  
Lignes supprimées  
...

# Annexes

## 18 - Annexes génériques

Un document CHAMOA Annexe rassemble toutes les annexes non spécifiques au type d'ouvrage, en particulier , on y retrouve les combinaisons d'actions.



Le Programme Chamoia P permet le calcul aux Eurocodes des ponts routes et passerelles de type dalles en béton armé ou béton précontraint construits sur cintre, ou de type cadre ou portique en béton armé et les ponts à poutres précontraintes par prétension par adhérence. Les ouvrages sont supposés à une seule chaussée (sans terre-plein central) et calculés pour un biais entre 70 et 100 grades et jusqu'à 50 grades pour les portiques et cadres larges.

Les phases d'exploitation possibles sont :

Phase définitive (ouvrage en service avec son profil en travers final).

Phase provisoire (optionnelle - généralement circulation de dumpers sur profil réduit en phase chantier).

Phase d'exécution, le cas échéant (PSIDP mise en tension de câbles, PRAD phasage de construction).

Le programme calcule les efforts en flexion longitudinale et transversale en travée. Il justifie l'ouvrage en flexion et à l'effort tranchant. Il calcule automatiquement les quantités d'aciers passifs. Les épaisseurs peuvent être vérifiées ou dimensionnées par le programme.

Les aciers de flexion transversale en travée sont calculés.